



**Rui Pedro Figueiredo
Marques**

**FERRAMENTAS DE APOIO AO CICLO DE
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS**

– um caso de estudo na indústria dos moldes



**Rui Pedro Figueiredo
Marques**

**FERRAMENTAS DE APOIO AO CICLO DE
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS**

– um caso de estudo na indústria dos moldes

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, realizada sob a orientação científica do Doutor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte, Professor Catedrático do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Doutor José Alberto Gouveia Fonseca

Professor Associado no Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

vogais

Doutor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte

Professor Catedrático no Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro (Orientador)

Doutor Américo Lopes de Azevedo

Professor Associado no Departamento de Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Doutor José António de Vasconcelos Ferreira

Professor Auxiliar no Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro;

agradecimentos

Embora uma dissertação seja, pela sua finalidade académica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Professor Doutor A. Manuel de Oliveira Duarte pela sua preciosa orientação, apoio e incentivo à realização deste trabalho, bem como pela disponibilidade e amizade então demonstradas.

Aos colegas do Mestrado e do Grupo de Sistemas de Banda Larga (Universidade de Aveiro) pela excelente relação pessoal que criámos e que espero não se perca.

Aos meus pais, pelo estímulo e apoio incondicional desde a primeira hora; pela paciência e grande amizade com que sempre me ouviram, e sensatez com que sempre me ajudaram.

À minha esposa, pelas inúmeras trocas de impressões, comentários e críticas ao trabalho. Acima de tudo, pelo inestimável apoio que preencheu as diversas falhas que fui tendo por força das circunstâncias, e pela paciência e compreensão reveladas ao longo destes meses.

palavras-chave

Sistemas de Informação, Fabricação de Produtos, RFID, Gestão do Conhecimento, Rastreabilidade

resumo

A procura de sustentabilidade e de maiores vantagens competitivas leva a que as empresas se preocupem, cada vez mais, com a utilização de ferramentas que lhes proporcionem uma mais eficiente gestão e uma mais rápida resposta aos desafios do mercado.

Essas ferramentas poderão ser muito variadas. No contexto desta dissertação será dada especial atenção a dois tipos – (i) sistemas de informação; (ii) práticas e procedimentos – que serão aqui abordadas a propósito do ciclo do fabrico de produtos, havendo um especial enfoque na problemática da rastreabilidade de processos e de meios de produção..

Como exemplo ilustrativo apresenta-se um caso de estudo numa empresa de injeção de plástico para fabrico de componentes do ramo automóvel. Este caso irá ilustrar a importância da rastreabilidade de meios de produção, da sua monitorização e gestão.

O caso de estudo em causa apresentará uma solução que integra a tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) como ferramenta de rastreio associada a um sistema de informação que assume um papel preponderante na monitorização e gestão de bens e na gestão do conhecimento e, finalmente, a adopção de novas práticas e procedimentos essenciais para a viabilidade desta integração de tecnologias.

Será, ainda, realizado um levantamento de outras ferramentas e sistemas utilizadas pelas organizações para apoiar desde as necessidades de gestão mais gerais até às necessidades mais específicas numa ou noutra operação.

Deste trabalho resultou uma visão alargada das ferramentas de apoio ao ciclo de fabricação de produtos e do seu papel como instrumento de competitividade empresarial.

keywords

Information Systems, Product Manufacturing, RFID, Knowledge Management, Traceability

abstract

The search for sustainability and higher competitive advantages... drives companies to be increasingly concerned about the use of tools which provide them a more efficient management and a faster response to market challenges.

These tools can be of very different types. In the context of this dissertation special attention will be devoted to two of these types:: (i) information systems; (ii) practices and procedures, that will be addressed in the context of product manufacturing cycle, especially focusing on the issue of traceability.

As an illustrative example, a case study in a company of plastic injection for the manufacturing of components for the automobile sector will be presented. This case will illustrate the importance of the traceability of production means, their monitoring and management.

The case study in question will present a solution which integrates the technology RFID (Radio Frequency Identification) as tracing tool associated to an information system that assumes an preponderant role in the goods monitoring and management and in the knowledge management and, finally, the adoption of new practices and procedures which are critical for the viability of this integration of technologies.

A survey will also be performed of other tools and systems used by organizations to support from the most general management needs to the more specific needs in one or other operation.

This research resulted in a broad vision of the support tools to the products' manufacturing cycle and of their role as an instrument of entrepreneurial competitiveness.



ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	7
I.1. Organização da Dissertação	9
II. OBJECTIVOS	11
III. A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS	13
III.1. Introdução	13
III.2. Da Informação à Gestão do Conhecimento	14
III.3. A Gestão do Conhecimento	15
III.4. O Processo de Desenvolvimento de Produtos	16
III.5. Características do Processo do Desenvolvimento de Produtos	18
III.5.1. Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos	18
III.6. Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos	22
III.6.1. O Caso da Indústria Automóvel	24
III.7. Conclusão	26
IV. FERRAMENTAS DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS	27
IV.1. Sistemas PDM	27
IV.2. Sistemas PLM	28
IV.3. Sistemas EDM	31
IV.4. Sistemas de Gestão de Projectos	31
IV.5. Sistemas de Trabalho em Grupo	32
IV.6. Sistemas ERP	32
IV.6.1. APS (Advanced Planning and Scheduling)	34

IV.6.2.	CRM (Customer Relationship Management) -----	- 34 -
IV.6.3.	PDM (Product Data Management) -----	- 34 -
IV.6.4.	PLM -----	- 34 -
IV.7.	Sistemas CAD -----	- 35 -
IV.8.	Sistemas CAE -----	- 35 -
IV.9.	Sistemas CAPP -----	- 36 -
IV.10.	Sistemas de Simulação -----	- 38 -
IV.11.	Sistemas CAM -----	- 38 -
IV.12.	Métodos e técnicas de desenvolvimento de produtos -----	- 38 -
IV.12.1.	QFD -----	- 39 -
IV.12.2.	DFMA -----	- 40 -
IV.12.3.	FMEA -----	- 40 -
IV.13.	Uma Visão Sobre a Integração de Sistemas -----	- 41 -
IV.13.1.	Componentes de uma Arquitectura Integrada de Sistemas -----	- 42 -
IV.13.1.1.	Hardware e Software -----	- 42 -
IV.13.1.2.	Arquitectura em 3 Camadas -----	- 43 -
IV.13.1.3.	Sistemas de Infra-Estrutura -----	- 44 -
IV.13.1.4.	Sistemas de Integração de Aplicações -----	- 45 -
IV.13.1.5.	Sistemas Integrados de Gestão -----	- 45 -
IV.13.1.6.	Portais -----	- 46 -
IV.13.2.	Representação do Modelo Proposto -----	- 47 -
IV.14.	Conclusões -----	- 52 -
V.	CONCEPTUALIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO (CASO DE ESTUDO) -----	- 53 -
V.1.	Introdução -----	- 53 -
V.2.	Enquadramento -----	- 53 -
V.3.	Arquitectura Funcional e Objectivos -----	- 54 -
VI.	RFID – ESTADO DE ARTE -----	- 59 -
VI.1.	Introdução -----	- 59 -

VI.2. Equipamento-----	60 -
VI.2.1. Tags -----	60 -
VI.2.1.1. Tags Passivas -----	60 -
VI.2.1.2. Tags Activas -----	61 -
VI.2.1.3. Tags Semi-Passivas -----	61 -
VI.2.1.4. Tags Activas vs Tags Passivas-----	61 -
VI.2.1.5. Frequência das Tags -----	62 -
VI.2.2. Readers -----	63 -
VI.2.3. Antenas -----	64 -
VI.3. Soluções e Aplicações-----	64 -
VI.3.1. Logística e Distribuição-----	65 -
VI.3.2. Saúde e Indústria Farmacêutica -----	66 -
VI.3.3. Controlo de acessos e bens -----	67 -
VI.3.4. Outras Soluções -----	67 -
VII. SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO (DESENVOLVIMENTO) -----	69 -
VII.1. Levantamento de requisitos -----	69 -
VII.2. Descrição sucinta das funcionalidades implementadas-----	72 -
VII.3. A base de dados -----	90 -
VII.3.1. O modelo relacional da base de dados-----	91 -
VII.4. Unidade Móvel de Leitura -----	99 -
VII.4.1. Comunicação Equipamentos RFID - PDA - Base de Dados-----	102 -
VII.4.1.1. Escrita de informação na etiqueta RFID-----	103 -
VII.4.1.2. Leitura de informação na etiqueta RFID -----	105 -
VII.4.1.3. Comunicação PDA - Base de Dados-----	106 -
VII.4.1.4. Disposição da informação na etiqueta RFID-----	106 -
VII.5. Plataformas de desenvolvimento -----	108 -
VII.6. Modelo de Instalação -----	109 -
VII.7. Resultados-----	110 -
VII.8. Conclusões-----	112 -
VIII. CONCLUSÕES (E SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO) -----	115 -
IX. BIBLIOGRAFIA -----	119 -

Índice de Figuras

FIGURA 1 – ETAPAS DO PROCESSO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO (ADAPTADO DE CLARK E FUJIMOTO, 1991)	- 18 -
FIGURA 2 – FASES DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (CLARK E WHEELWRIGHT, 1992).....	- 19 -
FIGURA 3 – ORIGEM DAS FONTES DE IDEIAS PARA GERAÇÃO DO CONCEITO DO PROJECTO (ADAPTAÇÃO DE SLACK, 1997).....	- 20 -
FIGURA 4 – TRANSFORMAÇÃO DE IDEIAS EM CONCEITO (ADAPTAÇÃO DE SLACK, 1997)-	20
-	
FIGURA 5 - CADEIA DE VALOR DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL (ADAPTADO DE M. OLIVEIRA DUARTE, 2006).....	- 24 -
FIGURA 6 - ARQUITECTURA INTEGRADA DE SISTEMAS EM 3 CAMADAS (FONTE: CAMEIRA, 2003).....	- 44 -
FIGURA 7 - ARQUITECTURA INTEGRADA DE SISTEMAS (FONTE: CAMEIRA, 2003).....	- 48 -
FIGURA 8 - INTEGRAÇÃO ESTREITA NA REDE DE ARQUITECTURA INTEGRADA DE SISTEMAS ENTRE ORGANIZAÇÕES (FONTE: CAMEIRA, 2003)	- 50 -
FIGURA 9 - INTEGRAÇÃO DE ARQUITECTURA INTEGRADA DE SISTEMAS ENTRE ORGANIZAÇÕES, WEB SERVICES E SISTEMAS BASEADOS EM AGENTES	- 50 -
FIGURA 10 - UNIDADE FABRIL DA SIMOLDES PLÁSTICOS	- 54 -
FIGURA 11 - ARQUITECTURA FUNCIONAL DO SGMP.....	- 55 -
FIGURA 12- PROPRIEDADES DE MATERIAIS EM RELAÇÃO AOS ESPECTROS.....	- 63 -
FIGURA 13 - FICHA DE MANUTENÇÃO DO MOLDE.....	- 71 -
FIGURA 14 - INTERFACE APRESENTADO QUANDO O UTILIZADOR SELECIONA A OPÇÃO MOLDE -> PESQUISAR.....	- 72 -
FIGURA 15 - RESULTADO DE UMA PESQUISA POR LOCALIZAÇÃO (TODOS OS MOLDES QUE ESTÃO ACTUALMENTE NA UNIDADE FABRIL SP).....	- 73 -
FIGURA 16 - VER INFORMAÇÃO DE UM MOLDE BEM COMO OS OUTROS MEIOS DE PRODUÇÃO A ELE ASSOCIADOS (EM CADA UM DOS SEPARADORES).....	- 74 -
FIGURA 17 - VISUALIZAR A LOCALIZAÇÃO DE UM MEIO DE PRODUÇÃO NO MAPA	- 75 -
FIGURA 18 - VER HISTÓRICO DE UM MEIO DE PRODUÇÃO.....	- 76 -
FIGURA 19 - VER HISTÓRICO DE MANUTENÇÕES DO MEIO DE PRODUÇÃO.....	- 77 -
FIGURA 20 - VER RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO DE UM MEIO DE PRODUÇÃO	- 78 -
FIGURA 21 - CRIAR MOLDE (PASSO 1 DE 2)	- 79 -
FIGURA 22 - CRIAR MOLDE (PASSO 2 DE 2)	- 80 -
FIGURA 23 - CRIAR PERIFÉRICO	- 81 -
FIGURA 24 - CRIAR PRODUTO	- 81 -
FIGURA 25 - ASSOCIAR OU DESASSOCIAR PERIFÉRICOS A UM MOLDE (DURANTE O PROCESSO DE EDIÇÃO DOS SEUS DADOS).....	- 82 -

FIGURA 26 - DIAGRAMA DE PACOTES	- 82 -
FIGURA 27 - DIAGRAMA GERAL DE CASOS DE UTILIZAÇÃO	- 83 -
FIGURA 28- DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DO C.U. 1	- 85 -
FIGURA 29 - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DO C.U. 2.....	- 86 -
FIGURA 30- DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DO C.U. 3.....	- 89 -
FIGURA 31 - VISTA GERAL DAS TABELAS DA BASE DE DADOS	- 92 -
FIGURA 32 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MOLDE	- 93 -
FIGURA 33 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA PERIFÉRICO.....	- 94 -
FIGURA 34 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MÃO PRESA.....	- 94 -
FIGURA 35 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MEIO DE CONTROLO.....	- 95 -
FIGURA 36 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA ZONA.....	- 95 -
FIGURA 37 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA TIPOESTADO	- 96 -
FIGURA 38 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA PROJECTOSP.....	- 96 -
FIGURA 39 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA UTILIZADOR.....	- 96 -
FIGURA 40 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MANUTENCAO	- 97 -
FIGURA 41 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MANUTENCAOMOLDE	- 97 -
FIGURA 42 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MANUTENCAOPERIF (MANUTENÇÃO DO PERIFÉRICO).....	- 98 -
FIGURA 43 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MANUTENCAOMC (MANUTENÇÃO DE MEIO DE CONTROLO).....	- 98 -
FIGURA 44 - TABELAS ASSOCIADAS À TABELA MANUTENCAOMP (MANUTENÇÃO DE MÃO PRESA)	- 99 -
FIGURA 45 - IDENTIFICAÇÃO DE UM MEIO DE PRODUÇÃO NA UNIDADE FABRIL	- 100 -
FIGURA 46 - REGISTO DE UMA NOVA LOCALIZAÇÃO DE UM MEIO DE PRODUÇÃO.....	- 100 -
FIGURA 47 - INTRODUÇÃO DE UM NOVO MEIO DE PRODUÇÃO NO SISTEMA.....	- 101 -
FIGURA 48 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DA COMUNICAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS RFID-	103
-	
FIGURA 49 - SEQUÊNCIA DE BYTES PARA A ESCRITA DE INFORMAÇÃO NA TAG	- 104 -
FIGURA 50 - SEQUÊNCIA DE BYTES PARA LEITURA DE INFORMAÇÃO NA TAG	- 105 -
FIGURA 51 - DIAGRAMA DE BLOCOS REPRESENTATIVO DA COMUNICAÇÃO BASE DE DADOS - EQUIPAMENTOS RFID	- 106 -
FIGURA 52 - MODELO DE INSTALAÇÃO	- 109 -

Índice de Tabelas

TABELA 1 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO RFID ACTIVO E PASSIVO	- 62 -
TABELA 2 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS DIVERSAS GAMAS DE OPERAÇÃO DO RFID	- 63 -
TABELA 3 - DETALHE DO CASO DE UTILIZAÇÃO: VISUALIZAR A ACTUAL LOCALIZAÇÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO	- 84 -
TABELA 4 - DETALHE DO CASO DE USO: VISUALIZAR CARACTERÍSTICAS DE UM MEIO DE PRODUÇÃO	- 85 -
TABELA 5- DETALHE DO CASO DE USO: CRIAR MOLDE.....	- 87 -
TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS DA ETIQUETA RFID UTILIZADA – V700 D13P31	- 102 -
TABELA 7 - CARACTERÍSTICAS DA ANTENA RFID UTILIZADA - V705-HMF01	- 102 -
TABELA 8 - COMANDOS DE COMUNICAÇÃO ENTRE TAG E ANTENA RFID	- 103 -
TABELA 9 - DISPOSIÇÃO DA INFORMAÇÃO DE UM MOLDE NA ETIQUETA RFID	- 106 -
TABELA 10 - DISPOSIÇÃO DA INFORMAÇÃO DE UM MOLDE NA ETIQUETA RFID	- 107 -

I. Introdução

Actualmente vivemos num ambiente de grande turbulência económica, onde vantagens competitivas precisam ser, permanentemente, reinventadas e onde sectores de baixa intensidade em tecnologia e conhecimento perdem, inexoravelmente, valor no mercado. Neste contexto, o desafio de produzir mais e mais barato (paradigma típico da economia Portuguesa nas últimas décadas) vai sendo suplantado pelo desafio permanente de criar novos produtos e serviços com maior incorporação de valor (meta a que Portugal se propõe actualmente ainda com resultados muito limitados) e com tempos de introdução (*time-to-market*) no mercado cada vez mais curtos.

Outro factor a ter em conta é a relevância que a Sociedade dá à qualidade dos produtos que se adquirem, traduzido através do seu *design*, materiais utilizados, fiabilidade, formas, cores, etc. A funcionalidade, a qualidade e o desempenho do produto deixam de ser as únicas características que apelam para o interesse da sua aquisição. Os produtos são apreciados e olhados como um todo, incluindo a própria imagem que os produtores fazem transparecer no *marketing*.

A grande maioria dos produtos que passam diariamente nas nossas mãos tem um ciclo de vida relativamente curto e sazonal, dependendo das novas tendências, modas e avanços tecnológicos. Por esta razão, a capacidade de rápida concepção e fabrico de novos produtos passa a ser uma vantagem competitiva das empresas ajustados às apetências dos mercados. Desta forma, tem que haver uma adaptação da organização para a diminuição do *time-to-market*, nomeadamente, uma maior flexibilidade para a produção de pequenas séries capazes de alterar o *look-and-feel* do produto sem que isso signifique grandes alterações.

De tudo isto, decorre a necessidade de criar novas formas de gestão desde o processo de concepção e desenvolvimento de produtos até ao fabrico, distribuição, venda, etc, de adopção de ferramentas, tecnologias inovadoras e algumas técnicas que permitam uma melhor e mais rápida gestão do ciclo de desenvolvimento e fabricação dos produtos. A capacidade de utilização dessas técnicas de concepção e fabrico/ industrialização tem influência determinante no êxito dos novos produtos.

Uma grande mudança ocorreu com o passar das últimas décadas. A ideia de que o consumidor compra apenas o que está disponível em *stock* no mercado e que a sua produção em massa baseia-se em previsões de consumo, acabou. Actualmente existe um novo conceito que antes era visto como algo futurista: a *costumização*, ou seja, a procura de um produto ideal para as necessidades e preferências de cada consumidor. As novas exigências do mercado levaram aos

produtores de diversos sectores (automóvel, têxtil, alimentar, cosmético, etc.) a aceitar o novo conceito e a converter os pedidos de fabricação para produtos cada vez mais personalizados. Os produtores vêm-se obrigados a continuar a dar resposta a este novo conceito e a assegurar a qualidades do crescente número de variantes de produtos daí originados.

Assegurar a qualidade do processo produtivo e consequentemente dos produtos torna a rastreabilidade no processo produtivo num factor determinante para o êxito do aumento da flexibilidade e diminuição do *time-to-market*.

É neste contexto que a indústria precisa de adoptar novas formas de gestão e novos instrumentos capazes de responder às suas necessidades e dar versatilidade à forma como estruturam e agilizam a concepção e fabricação de novos produtos.

Temos, por exemplo, as ferramentas CAD, sistemas de simulação, sistemas de gestão de projectos, entre outros, como instrumentos que agilizam a concepção e fabricação de produtos, mas, é na integração da tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) nos Sistemas de Informação que esta dissertação deu o principal enfoque nomeadamente como ferramenta facilitadora da rastreabilidade de produtos.

Estas novas ferramentas terão que dar à informação existente e ao *know-how* assimilado de experiências anteriores maior mobilidade e fluidez (de produto para produto, sector para sector e área para área) dentro da organização.

A mobilidade de informação anteriormente citada é resultado de um tipo de gestão muito particular – gestão do conhecimento. É este tipo de gestão que auxilia as organizações no processo de tomada de decisões, aumentando desta forma a eficiência no desenvolvimento de novos produtos e no seu processo produtivo, fornecendo as informações adequadas às tomadas de decisão, evitando deste modo a repetição de erros anteriores e a perda de tempo em repetição de processos idênticos.

A gestão do conhecimento contribui para "*a compreensão de como recursos intangíveis podem constituir a base de uma estratégia competitiva*" e para "*a identificação dos activos estratégicos que irão assegurar resultados superiores para a empresa no futuro*" [Davenport e Prusak (1998)].

Esta gestão dá uma visão do desenvolvimento de produtos como um processo de engenharia simultânea, que convocando competências de diferentes áreas funcionais, envolvendo clientes no projecto e na realização de experimentações, contribui para a criação de novo conhecimento e para o sucesso de novos produtos.

1.1. Organização da Dissertação

A presente dissertação está dividida em nove capítulos, pois considero que assim seria melhor organizado afim de se desenvolver o tema proposto.

Esta dissertação tem início com esta introdução seguida dos objectivos que são propostos atingir com esta dissertação.

O terceiro capítulo pretende expor algumas visões e conceitos ligados à gestão do conhecimento embutida em diversas ferramentas que possam promover essa mesma gestão. Com isto, tenta-se entender o impacto deste tema na inovação dos processos organizacionais, nomeadamente nos processos associados ao ciclo de fabricação de produtos. Para além disso são apresentadas diferentes visões do ciclo de desenvolvimento de produto e as suas etapas e tenta-se compreender a forma como pode ser aplicada a gestão do conhecimento neste ciclo de forma a contribuir inovação e competitividade

No capítulo intitulado *Ferramentas de apoio ao desenvolvimento e fabricação de produtos* são listadas algumas tipologias de sistemas de informação e algumas metodologias que podem servir para apoiar o processo de desenvolvimento e fabricação de produto. Este capítulo introduz aqui um novo conceito – *customização*. Tenta-se enfatizar o elevado valor de uma ferramenta adaptada e *customizada* face às necessidades de um determinado processo ou organização. Este capítulo termina com a apresentação de uma visão acerca como pode ser feita a integração de sistemas numa organização

No capítulo V é introduzido o caso de estudo desta dissertação. É apresentada a motivação e o enquadramento deste trabalho, enunciados os requisitos iniciais, explicada a solução estudada e a respectiva arquitectura funcional e finalmente listadas algumas das principais funcionalidades que se pretende com o desenvolvimento deste trabalho.

Entretanto surge a necessidade de apresentar a tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) porque esta é efectivamente uma ferramenta com um papel importante no ciclo de

fabricação de produtos, nomeadamente na identificação e rastreabilidade de bens e materiais. E como esta tecnologia é usada no caso de estudo apresentado, é dedicado o capítulo VII inteiramente ao RFID, desde a identificação e descrição da tecnologia até à apresentação de algumas aplicações em diversas áreas.

No capítulo VII apresenta-se o caso de estudo já referido mas numa óptica mais técnica, onde são apresentadas as soluções de desenho e desenvolvimento do sistema.

No capítulo VIII apresentam-se as conclusões onde são enunciados os resultados provenientes do trabalho efectuado no âmbito desta dissertação e alguns comentários e ideias que foram possíveis concluir com a preparação e elaboração deste trabalho. São ainda apresentados possíveis desenvolvimentos futuros para o caso de estudo em causa.

Finalmente é apresentada a bibliografia e os recursos utilizados na preparação desta dissertação.

II. Objectivos

Esta dissertação tem como objectivo contribuir para uma compreensão alargada acerca do papel das ferramentas de apoio ao ciclo de fabricação de produtos – em particular das tecnologias da informação e da comunicação – quando combinadas com procedimentos e processos devidamente ajustados.

Na sua base estão diversas iniciativas de aproximação entre a Universidade de Aveiro e o tecido empresarial. Destas iniciativas surgem frequentemente oportunidades de cooperação que se traduzem em novos produtos, processos ou serviços, daqui resultando também trabalhos de interesse científico e tecnológico.

O caso concreto aqui abordado tem origem na indústria automóvel: a gestão de ferramentas de produção de peças por injeção de plástico (no vulgo: *moldes*). Trata-se de uma área onde, desde os primeiros passos da concepção de um determinado produto até à sua comercialização, (e, num futuro próximo, mesmo o próprio abate), existe uma forte alavancagem de todos esses processos proporcionada por sofisticados sistemas de informação e trabalho colaborativo bem como de rigorosas práticas (logística, qualidade, etc). No caso considerado identificou-se uma situação onde a utilização das referidas ferramentas e práticas era ainda susceptível de considerável optimização e consolidação, nomeadamente nos aspectos de rastreabilidade dos meios de produção que servem de apoio aos processos produtivos. Como resultado deste trabalho foi desenvolvida uma solução capaz de dar resposta às exigências da gestão dos meios de produção associados à indústria de injeção de plástico.

A proposta de solução apresentada combina a utilização de tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) como ferramenta de rastreio, com um sistema de informação (implementado sobre uma plataforma *web*) e com um conjunto de práticas e procedimentos capazes de garantir a necessária eficiência na monitorização e gestão dos meios de produção utilizados.

Embora este estudo apresente resultados e repercussões ao nível da logística e da gestão organizacional, trata-se de um trabalho de natureza tecnológica, que descreve todo o desenvolvimento técnico, tecnológico e funcional arquitectado no caso de estudo apresentado nesta dissertação.

De forma complementar, o trabalho desenvolvido teve também em vista o levantamento de diversas tipologias de ferramentas e sistemas informáticos já existentes no mercado, frequentemente adoptados pelas indústrias e com um papel de relevo no desenvolvimento e fabrico de produtos.

III. A Gestão do Conhecimento no Desenvolvimento e Fabricação de Produtos

III.1. Introdução

As evoluções e os avanços tecnológicos originam e obrigam a diversas mudanças organizacionais em diversas áreas e exigem novas soluções na forma de pensar e de lidar com a informação. E são as mudanças baseadas na gestão de informação e do conhecimento que abrem novos horizontes, crescimento económico e competitividade.

Actualmente, o impacto causado pela acentuada evolução da tecnologia da informação, assim como as mudanças resultantes de uma intensa competitividade, tem originado significativas mudanças na forma com que as organizações devem se estruturar e trabalhar com o conhecimento para desenvolver novos produtos e novos processos.

Para estas mudanças, as empresas definem novas estratégias, objectivos, missões e aprendizagens de todas as entidades envolvidas para puderem acolher as novas tecnologias e os novos processos com base na informação que induz conhecimento. Com isto, damos um apoio efectivo no ciclo de desenvolvimento e fabricação des produtos.

Este capítulo pretende expor algumas visões ligadas à gestão do conhecimento embutida em diversas ferramentas (*software*, *hardware*, procedimentos ou até mesmo a integração de todos estes) que possam promover essa mesma gestão. Com isto, tenta-se entender o impacto deste tema na inovação dos processos organizacionais, nomeadamente nos processos de fabrico de produtos que tipicamente obrigam ao trabalho em grupo e ao uso de ferramentas colaborativas/cooperativas, e pretende também fazer algumas considerações sobre o valor do conhecimento para a competitividade empresarial no desenvolvimento e fabrico de novos produtos.

Neste capítulo será abordado:

- o processo de aquisição de conhecimento a partir dos dados, informações e *know-how* partilhado;
- como pode ser gerido esse mesmo conhecimento;
- as diversas etapas e diferentes visões do ciclo de desenvolvimento de produto;

- como pode ser aplicada a gestão do conhecimento neste ciclo e quais os resultados desta aplicação.

III.2. Da Informação à Gestão do Conhecimento

Para as organizações obterem vantagens do crescimento económico têm não só de adoptar novas tecnologias como também uma nova forma de pensar. Para isso, é necessária habilidade para transformar dados em informação e, desta forma, proporcionar conhecimento. Este conhecimento é cada vez mais imprescindível à tomada de decisão e na forma de pensar e agir. Neste sentido, as tecnologias da informação representam a possibilidade mais concreta para expandir a cooperação organizacional, para aumentar e diversificar o acesso à informação.

É essencial que, tanto o conhecimento explícito adquirido em processos de formação e aprendizagem, como o saber adquirido nas operações e vivências diárias, sejam formalizáveis em dados e informações e desta forma possam ser alvo de trabalho e exploração e gestão pela utilização de uma ferramenta informática.

O conhecimento não está somente na mente humana ou nas rotinas de trabalho das organizações, mas está cada vez mais presente no *know-how* partilhado pelas organizações, e o desafio está em tentar perceber e saber lidar com as limitações das novas tecnologias de informação que permitem a existência desta partilha, uma vez que estas tecnologias têm-se orientado mais no sentido de partilhar informação, em vez de fazer parte integrante das rotinas organizacionais.

Para que a informação seja formalizada e transformada em conhecimento e sabedoria, é necessário que exista uma entidade (gestor do conhecimento ou ferramenta informática que assuma o mesmo papel) com determinadas competências, que consiga adaptar-se às novas situações, apercebendo-se das ameaças e das oportunidades inerentes à concepção e desenvolvimento de novos produtos. Essas competências, segundo Serrano e Rodrigues (1999), são:

- Ter forma de conhecer os factos e obter dados e informações relevantes dos processos já existentes e do conhecimento já adquirido;
- Ter capacidade de procura e descoberta de conhecimento ainda não conhecido em situações novas;
- Conseguir dar significado ao conhecimento obtido na assimilação de dados;

- Encontrar aplicabilidade desse conhecimento na em novas situações ou na adaptação de outras;
- Capacidade para analisar, sintetizar e avaliar essa informação e conhecimento de forma a obter maiores benefícios para a organização.

Estas competências permitem ao gestor ou ferramenta informática analisar as novas tendências e mudanças, e construir soluções adaptadas às novas exigências. O conhecimento e a sabedoria são o resultado deste processo que tende a evoluir com a acumulação de novas experiências, pois *“os recursos do conhecimento aumentam com o seu uso: ideias geram novas ideias e conhecimento partilhado permanece com o transmissor, ao mesmo tempo que enriquece o receptor”* [Davenport e Prusak (1998)].

Aprender com a experiência, aplicar o conhecimento adquirido da experiência, lidar com situações complexas, resolver problemas quando faltam informações essenciais, determinar o que é importante, ser capaz de raciocinar e pensar, reagir rápida e correctamente a novas situações, processar e manipular resultados, ser criativo e imaginativo, utilizar heurística (normas práticas advindas da experiência) são algumas das características de um comportamento fomentado e estimulado por uma correcta utilização e gestão da relação entre conhecimento, aprendizagem e criatividade.

“O conhecimento é como uma espiral em constante movimento e crescimento.” [Serrano e Rodrigues (1998)]

III.3. A Gestão do Conhecimento

As organizações devem ter noção que a qualidade, eficiência e rapidez do seu trabalho pode ser afectada se a informação relevante não estiver presente e acessível quando for necessária.

A gestão do conhecimento deve ser encarada como uma ferramenta que, quando devidamente utilizada, acrescenta valor aos produtos, operações e processos das organizações, assim como, tem a capacidade de obter o máximo de recursos da organização, de forma a potenciar a aptidão em sentir e avaliar as oportunidades.

São diversas as vantagens que uma organização pode obter de uma eficiente gestão do conhecimento:

- Posicionamento na luta pela inovação;
- Adaptação à mudança;
- Competitividade;
- Transferência e partilha de conhecimento e *know-how* na estrutura intra-organizacional;
- Aproveitamento e integração do conhecimento da organização no desenvolvimento de novos produtos;
- Melhor gestão do conhecimento nas operações actuais;
- Capacidade para lidar e interpretar as falhas e sucessos do passado, fazendo repercutir essa avaliação na tomada de decisões estratégicas;
- Prevenção de repetição de erros;
- Capacidade de tornar as acções mais rápidas (por vezes em tempo real).

Por vezes as empresas têm dificuldade em compreender o valor que a gestão do conhecimento pode vir acrescentar na sua organização, pois as vantagens da sua utilização nem sempre são possíveis de ser avaliadas contabilisticamente.

Uma boa gestão do conhecimento organizacional torna-se numa vantagem competitiva acumulada ao longo do tempo e, desta forma, está impossibilitado de ser negociado ou avaliado contabilisticamente ou facilmente replicado e copiado pela concorrência, já que este representa a base e os alicerces da história e da cultura da organização.

As empresas que adoptam abordagens bem sucedidas à gestão do conhecimento identificam processos de alto retorno para os quais uma melhor gestão do conhecimento é capaz de produzir resultados empresariais significativos (por exemplo, no processo de desenvolvimento de produtos, na rastreabilidade de bens e produtos e na monitorização de fluxos). Em muitos casos, é preciso modificar os processos da empresa para poder acrescentar valor por meio de uma melhor gestão do conhecimento.

III.4. O Processo de Desenvolvimento de Produtos

O processo de desenvolvimento de um produto engloba uma grande variedade de actividades, tais como, a identificação das tendências e necessidades do mercado, a selecção das soluções tecnológicas a serem utilizadas no seu desenvolvimento, produção, na colocação em mercado ou serviço e finalmente na utilização.

Trata-se, portanto, de um processo intrinsecamente multidisciplinar que congrega diferentes saberes, tecnologias e processos. A sua execução é feita tipicamente em equipas ou grupos de trabalho nem sempre situados na mesma localização geográfica.

De acordo com McGrath (1996), a produtividade no processo de desenvolvimento de produtos é basicamente definida em função dos seguintes factores: tempo de ciclo de desenvolvimento; nível de perdas no desenvolvimento; grau de utilização de recursos; e potencial de atrair e reter talentos técnicos. Por esta perspectiva, é possível melhorar a produtividade no processo de desenvolvimento de produtos diminuindo o tempo de desenvolvimento, a diminuição de rejeição de projectos, e pela alocação das pessoas mais capazes, criativas e produtivas.

Numa visão de Baxter (2001) o desenvolvimento de novos produtos é alimentado por diversos interesses e necessidades, tais como: consumidores que procuram produtos novos, melhores e a bons preços; vendedores que desejam diferenciação e vantagens competitivas; *designers* que ambicionam testar novos modelos, processos e materiais; engenheiros de produção que procuram facilidade na fabricação e na montagem e execução dos processos; e finalmente pelos empresários que ambicionam o retorno financeiro com pouco investimento.

Há uma série de dificuldades inerentes a este processo que podem ser apoiadas pela utilização de uma eficiente gestão do conhecimento:

- A complexidade na gestão deste processo como um todo derivada da participação de todas as actividades, áreas funcionais e organizacionais da empresa;
- Elevado volume de informações manipuladas no decorrer de um projecto de desenvolvimento;

De acordo com os autores Clark e Fujimoto (1991), o ciclo de desenvolvimento de produtos é um conjunto de actividades ordenadas no tempo e no espaço com entradas e saídas claramente definidas. No entanto, a complexidade do sistema organizacional do processo de desenvolvimento de produto dificulta a delimitação e composição do processo, porque na realidade, todos os elementos dessa organização interagem entre si.

Outro aspecto que merece ser destacado no desenvolvimento de produtos é o fluxo de informação. É através do fluxo de informação que são geradas as entradas e saídas de conhecimento na análise do desenvolvimento de produtos, comunicação e utilização das informações desenvolvidas.

Uma forma para combater alguns dos problemas é a utilização de ferramentas de apoio a este processo. Existem uma enorme variedade de ferramentas, enunciadas no capítulo IV desta dissertação, para apoiar as diversas fases e áreas de intervenção do processo de desenvolvimento.

III.5. Características do Processo do Desenvolvimento de Produtos

III.5.1. Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos

O processo de desenvolvimento de produtos pode ser decomposto por diversas fases/etapas. Dependendo do autor, o processo pode ser apresentado com mais ou menos etapas e com diferenciação na denominação das etapas. A seguir são apresentadas diferentes visões de autores distintos da decomposição do processo de desenvolvimento de produtos.

Habitualmente, e segundo os estudos de Clark e Fujimoto (1991), o processo de desenvolvimento de produtos pode ser composto por diferentes fases bem discretas e definidas, conforme ilustrado na Figura 1:

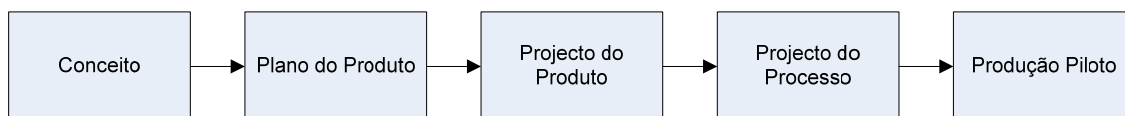


Figura 1 – Etapas do Processo do Desenvolvimento do Produto (adaptado de Clark e Fujimoto, 1991)

A forma como é dividido o processo de desenvolvimento de produtos pode ser interessante no meio académico, dado que ela baseia-se nos diferentes tipo de actividade e numa sequência lógica de entradas e saídas coerente com a interdependência entre elas. Mas, na realidade, estas actividades interagem continuamente, sobrepondo-se, assim como as pessoas envolvidas no projecto.

Na fase de definição de conceito e do planeamento do produto são incluídas as informações e as oportunidades de mercado, as possibilidades técnicas e os requisitos de produção. (Clark e Wheelwright, 1995) Para a aprovação do programa de desenvolvimento de produto, o conceito deve ser validado através de testes e discussões com potenciais clientes. Após a aprovação do conceito, segue-se a especificação detalhada da engenharia e para o processo de produção. Esta fase envolve o desenvolvimento do projecto, a construção de protótipos e o desenvolvimento das ferramentas necessárias para a produção. Esta fase inclui a projecção, construção e teste, até à

maturidade e consistência necessária para o início da produção piloto. O lançamento da versão final marca o final desta fase.

A fase de produção consiste na construção e teste dos meios de produção necessários para a fabricação do produto. Nesta fase são produzidas algumas unidades com o intuito de testar (os diversos processos produtivos e) os diversos planos de processo desenvolvidos nos níveis de produção comerciais. Quando todas as ferramentas e meios de produção estão prontos, incluindo os fornecedores de peças e matérias-primas, dá-se por concluída esta fase, e que se pode dar início à produção comercial.

O aumento do volume de produção é a última fase, que envolve o refinamento dos processos de produção, de forma a atingir as metas planeadas de produção, custos e qualidade.

O conceito surge com a compilação de diversas ideias que podem ser internas ou externas à empresa. No entanto, há que diferenciar as ideias dos conceitos, pois um conceito engloba para além da ideia a sua forma, função, objectivos e benefícios globais. Destes conceitos, nem todos chegam a originar um projecto de desenvolvimento, porque é necessário efectuar uma selecção dos conceitos quanto à sua viabilidade, vulnerabilidade e aceitabilidade. Apenas um dará origem a um produto. (Slack et al, 1997)

FASES

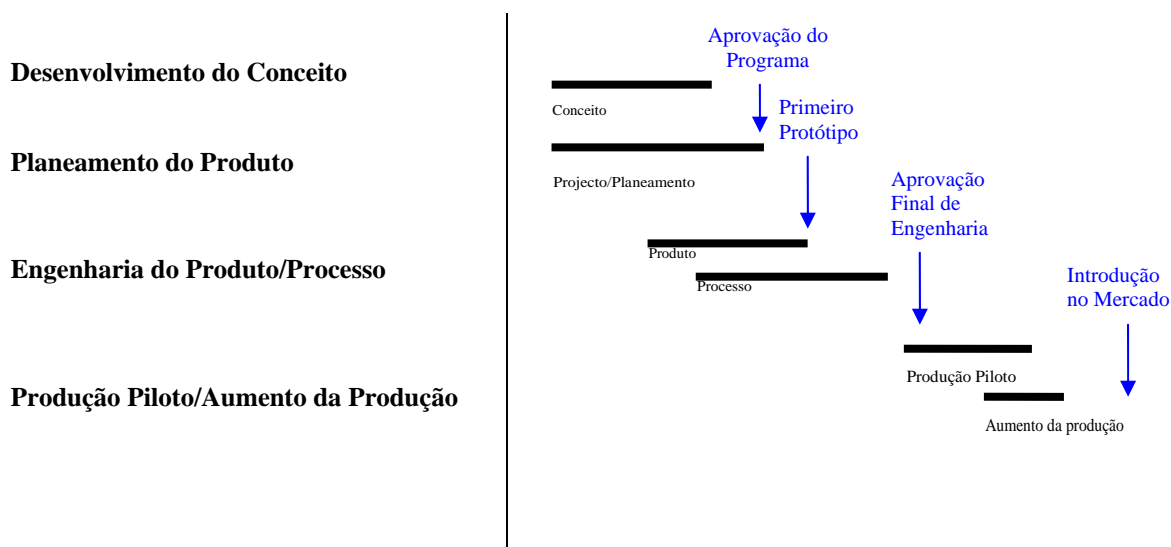


Figura 2 – Fases do processo de desenvolvimento de produtos (Clark e Wheelwright, 1992)

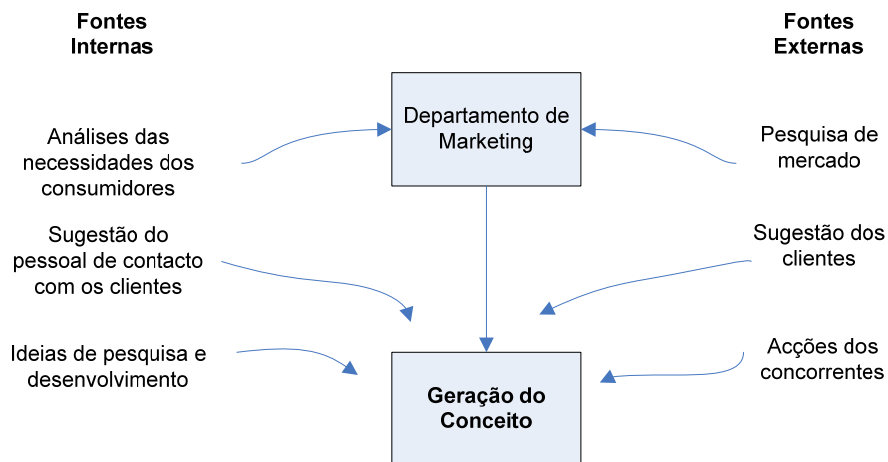


Figura 3 – Origem das fontes de ideias para geração do conceito do projecto (adaptação de Slack, 1997)

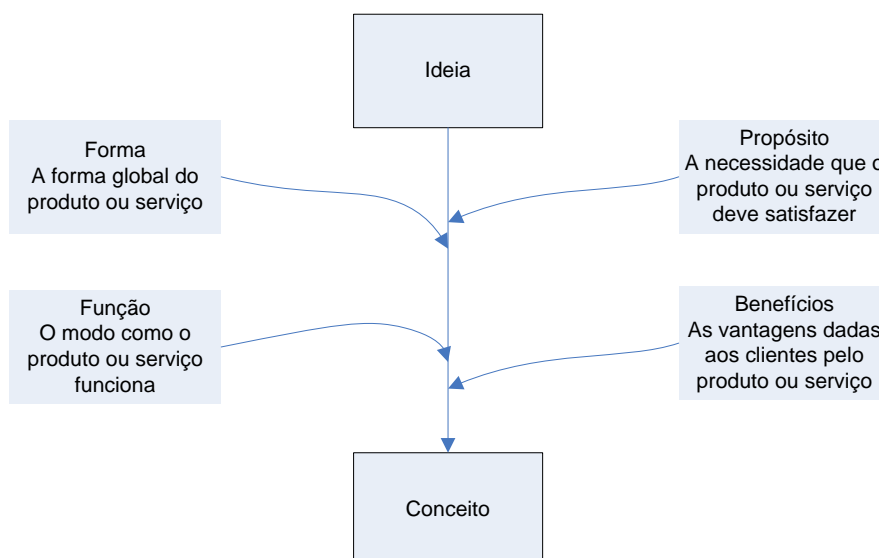


Figura 4 – Transformação de ideias em conceito (adaptação de Slack, 1997)

Para Gurgel (1998), é necessário seguir e cumprir determinadas tarefas com uma determinada sequência lógica para que se chegue a novo produto final como pretendido. Essas tarefas são as seguintes:

- Desenvolvimento de desenhos preliminares de engenharia;
- Construção de protótipos de formas e funcionamento;
- Estudo inicial da embalagem do produto;
- Selecção preliminar das matérias-primas a utilizar em todas as partes constituintes do produto;

- Determinação técnica das especificações que irão constar na lista de materiais;
- Desenhos preliminares e especificações técnicas das matérias-primas das embalagens;
- Especificação e desenho técnico de todas as peças e componentes;
- Para efeito de projecto, todas as peças desenhadas especificamente para o produto deverão ser consideradas de fabricação interna;
- Deve-se notar, desde o início, a utilização de componentes externos quando estes são normalmente fabricados pelo menos por três empresas segundo normas perfeitamente definidas;
- Definição das normas e ensaios de recepção de matérias-primas e componentes externos;
- Especificação detalhada das etapas de conformação e fabrico de peças, fornecimento de componentes externos, pré-montagens e montagens finais;
- Definição das exigências do mercado às quais os produtos devem enquadrar-se e de normas de segurança para o utilizador.

É de notar que não houve o cuidado de enunciar as tarefas a serem executadas associadas à exequibilidade do projecto, tais como, questões financeiras, administrativas, de mercado, etc.

Griffin, em 1997, fez um estudo com o intuito de identificar as fases mais utilizadas pelas empresas de desenvolvimento de produtos com alto grau de inovação. Desse estudo, concluiu que o processo de desenvolvimento de produtos podia ser definido pelas seguintes etapas:

- Planeamento da linha de produtos: análise do portfólio actual de produtos em relação ao ambiente competitivo;
- Desenvolvimento de estratégia de projecto: definição do mercado alvo e determinação das necessidades do mercado;
- Geração da Ideia/Conceito: identificação das oportunidades e início da geração de possíveis soluções;
- Avaliação das Ideias: avaliação e priorização das soluções e eliminação das opções não atractivas;
- Análise de negócio;
- Desenvolvimento: conversão do conceito num produto funcional;
- Teste e validação: utilização do produto e realização de testes de campo, de mercado e de conformidade com as normas;
- Produção: desenvolvimento dos processos de produção e realização de testes pilotos;
- Comercialização: lançamento de novo produto em escalas de produção e vendas.

Existem ainda outros factores que devem ser tomados em conta no processo de desenvolvimento de produto, que podem constituir uma pré-etapa deste processo. Estou a referir as actividades de pré-desenvolvimento que são cruciais para o sucesso ou fracasso do produto e para a redução do tempo do seu desenvolvimento. A seguir são apresentadas algumas dessas actividades que podem ser executadas antes das operações de desenvolvimento:

- Decisão acerca da alocação de tempo e recursos ao projecto;
- Avaliação técnica preliminar: testar a capacidade técnica e avaliar aspectos de produção;
- Avaliação preliminar de mercado: relacionado com as actividades de orientação ao mercado;
- Avaliação técnica detalhada: analisar os aspectos sobre os riscos técnicos, tendo em consideração os aspectos da análise técnica preliminar;
- Avaliação de produção: trabalho técnico para determinar as implicações da produção, como despesas de capital e custo de fabricação;
- Pesquisa de mercado e estudo detalhado do mercado: estudo das necessidades e expectativas do consumidor, avaliação da concorrência e testes do conceito;
- Análise financeira: Avaliação das consequências e dos riscos financeiros inerentes ao projecto;
- Definição do produto e estudo da viabilidade financeira do projecto: compilação dos resultados de todos os estudos e análises anteriormente referidos para definir o produto, justificar o início e do desenvolvimento e planear as actividades a serem executadas;
- Decisão sobre a viabilidade financeira do projecto: decisão do arranque do projecto.

III.6. Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produtos

A gestão do conhecimento tem sido cada vez mais utilizado em muitas áreas tecnológicas e científicas, e o desenvolvimento de produtos não tem sido excepção. A gestão do conhecimento tem-se tornado, nos últimos anos, mais presente no processo de desenvolvimento de produtos.

O principal factor, entre outros, que leva a este crescimento é a competição no mercado, motivando as empresas a melhorarem as suas competências no processo de desenvolvimento de produtos e criar outras ao longo dos tempos. Pois, apenas se consegue obter essas competências



se a empresa conseguir estabelecer uma efectiva e eficiente gestão do conhecimento dentro da sua organização.

Segundo Probst et al (2002), a gestão do conhecimento manipula os seguintes processos dentro de uma empresa:

- Identificação do conhecimento
Nem todos os conhecimentos (internos e externos) são explicitamente visíveis, portanto, as empresas devem analisar o conhecimento já existente na organização.
- Aquisição do conhecimento
O conhecimento também pode ter origem de fontes externas como outras empresas (concorrentes, parceiras e outras), clientes, fornecedores, e pessoas especialistas.
- Desenvolvimento de conhecimento
Consiste no desenvolvimento de novas habilidades e produtos, melhores ideias e processos mais eficientes; e inclui a criação de novas competências na empresa.
- Partilha ou distribuição do conhecimento
Implica a passagem e transferência de conhecimento entre as diversas pessoas, equipas de trabalho e departamentos da empresa.
- Utilização do conhecimento
Visa por utilizar o *know-how* com a aplicação e implementação desse conhecimento.
- Retenção do conhecimento
Forma adoptada para que não se perca parte do conhecimento em consequência da rotação e saída de colaboradores.

A gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos envolve diversas actividades que lidam com os processos enunciados anteriormente. Várias características presentes no processo de desenvolvimento de produtos tornam o processo de gestão do conhecimento mais complexo, tais como:

- É composto de actividades intensivas em conhecimento;

- É composto de actividades simultâneas que interagem continuamente, tornando um processo pouco estruturado;
- Cada ciclo de um projecto apresenta desafios próprios e, em cada ciclo, o conhecimento sobre o projecto deve ser disseminado rapidamente dentro da organização;
- É um processo multidisciplinar que necessita integrar o conhecimento de vários especialistas e funções.

III.6.1. O Caso da Indústria Automóvel

Nas secções anteriores o processo de desenvolvimento e fabricação de um produto foi abordado como sendo uma cadeia linear em que um determinado *input* dá origem, depois de cumpridas as etapas da cadeia, ao *output* pretendido. Na realidade, nem sempre o desenvolvimento e fabricação de um produto obedece a esta linearidade.

Para ilustrar esta afirmação considere-se no caso da indústria automóvel, o ciclo de desenvolvimento e fabricação de um produto. Tal como ilustrado na Figura 5 este ciclo tem um formato circular, iniciando-se no detentor da marca que dá os *inputs* propulsionadores aos actores que se lhe seguem nesse ciclo, que por sua vez os transforma e decompõe para serem utilizados pelos parceiros seguintes [A. M. Duarte, 2006].

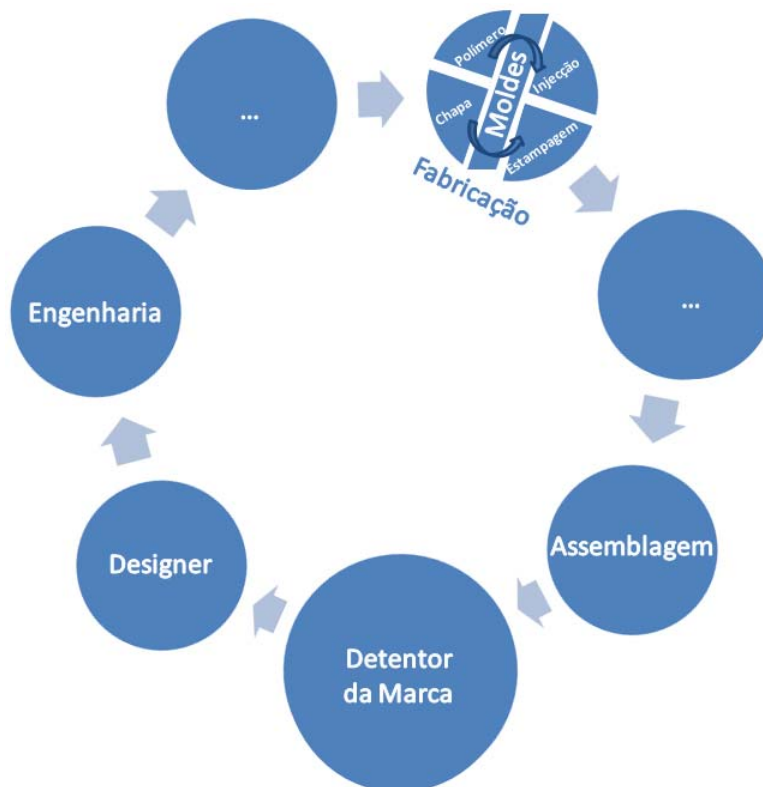


Figura 5 - Cadeia de valor da indústria automóvel (adaptado de M. Oliveira Duarte, 2006)

Numa cadeia circular, ao contrário do que acontece num trajecto linear, o *output* resultante de todos os processos da cadeia é utilizado para gerar novos *inputs* no ciclo dos próximos produtos. Estes *inputs* são gerados pelo conhecimento adquirido nas experiências de ciclos anteriores.

Neste exemplo, para além da interacção contínua das actividades e recursos envolvidos ao longo de um ciclo, há também a interacção com o *know-how* gerado nas actividades e interacções em ciclos anteriores.

Esta cadeia circular gera uma espiral crescente de conhecimento que realimenta o início do próximo ciclo de desenvolvimento e fabricação de um novo produto. Esta situação emerge apenas de uma eficiente gestão do conhecimento ao longo de todas as etapas do ciclo.

Devido à complexidade do ciclo de desenvolvimento e fabricação de produtos neste sector industrial, a gestão do conhecimento gerado em cada ciclo não é um processo que surge naturalmente.

Com a utilização de sofisticadas ferramentas, nomeadamente de sistemas de informação, e rigorosos procedimentos é possível assimilar a informação necessária à geração de conhecimento e fazê-lo fluir ao longo de um ciclo e entre ciclos. São estas ferramentas de apoio que ajudam a congregar o conhecimento de toda a cadeia e que proporcionam a gestão do conhecimento.

III.7. Conclusão

Neste capítulo procurou-se demonstrar a importância da adequada disseminação de informação que circula dentro de uma organização e na forma como a informação se pode transformar em conhecimento. Para além disso, este capítulo procurou dar uma ideia muito geral e simplificada do ciclo de desenvolvimento de um produto, identificar a diversidade de etapas pelas quais um produto passa desde a sua concepção e contribuir para a percepção da complexidade da gestão dessas etapas.

Este capítulo contribuiu para compreender a importância dos sistemas de informação no ciclo de desenvolvimento e fabricação de produtos, nomeadamente como ferramenta que proporciona a geração e a gestão do conhecimento, não apenas neste ciclo, mas em toda a organização. Os sistemas de informação são ferramentas que apoiam efectivamente o desenvolvimento e fabricação de produtos.

O capítulo seguinte apresenta um levantamento de algumas ferramentas para apoio à gestão de processos do ciclo de fabricação de produtos.

IV. Ferramentas de Apoio ao Desenvolvimento e Fabricação de Produtos

Pretende-se com este capítulo apresentar um levantamento de tipologias de sistemas de informação que, em *lato sensu*, podem servir para apoiar o processo de desenvolvimento e fabricação de produto. Incide-se sobre as principais características e funcionalidades desses sistemas e na forma como afectam o trabalho da engenharia de produto.

Este capítulo está organizado tentando seguir a lógica das várias etapas que constituem o ciclo de desenvolvimento e fabrico de um produto. Inicialmente são apresentados alguns sistemas utilizados ao longo de todo o ciclo, de seguida os sistemas e metodologias que apoiam a concepção e o desenvolvimento do produto e, finalmente, os de apoio à produção.

IV.1. Sistemas PDM

Os sistemas PDM (*Product Data Management*) são ferramentas que têm como objectivo e funcionalidade a organização e controlo de todos os dados relativos a produtos e a gestão do seu ciclo de vida.

Este tipo de ferramentas é constituído por um repositório (vulgarmente designado por *vault*) para armazenamento de todo o tipo de informação relativa ao produto, e por uma base de dados que mantém com consistência a informação armazenada no *vault*.

Os sistemas PDM constituem uma série de funcionalidades principais que são responsáveis pela manipulação dos dados armazenados. (OMOKAWA, 1999) Essas funcionalidades são:

- Gestão documental;
- Gestão de processos e fluxo de trabalho;
- Gestão dos componentes do produto;
- Classificação e recuperação da informação;
- Gestão de Projectos.

Para além destas existem ainda outras funcionalidades, que não sendo parte das funcionalidades principais deste tipo de ferramentas, possuem um papel importante no apoio ao processo de desenvolvimento de produto. São elas:

- Comunicação e transporte de dados;

- Conversão de dados;
- Sistema de notificações e alertas;
- Serviços de visualização de informação;
- Inserção e visualização de comentários;
- Administração.

O termo sistemas PDM é muitas vezes utilizado num contexto muito mais alargado, designando os diversos tipos de sistemas de gestão de dados de produtos existentes. No entanto, recentemente, na evolução deste tipo de ferramentas surgiu um novo conceito – PLM (*Product Lifecycle Management*) que agrega um outro tipo de funcionalidades e permite interacções com outros sistemas de informação e até mesmo com o SCM (*Supply Chain Management*) (SHOAF, 2000).

IV.2. Sistemas PLM

As empresas que adoptaram a abordagem PLM têm conseguido diversas vantagens concorrenciais, nomeadamente o aumento da rapidez de disponibilização de produtos ao mercado, ou a redução significativa de custos. De igual modo, conseguem proporcionar mais inovação.

A gestão do ciclo de vida do produto pretende facilitar a partilha de dados sobre o produto ao longo de todas as áreas de actividade da organização, incluindo os seus clientes e os seus fornecedores. Uma solução deste tipo tem como grande objectivo colocar os produtos (produtos e/ ou serviços) das empresas no centro de todas as suas actividades.

Uma ferramenta PLM pretende criar uma rede que trabalhe em conjunto e de forma coordenada na concepção, especificação, construção e suporte de produtos. Tudo isto é conseguido graças à partilha de processos de negócio e conhecimento comuns ao longo de todas as fases do ciclo de vida de um produto – desde a sua concepção, nascimento, evolução (com eventuais reformulações) e morte.

Esta colaboração alargada acaba por ser geradora de inovação, graças à intervenção e ao contributo de múltiplos indivíduos com conhecimento alargado sobre o negócio e sobre o produto. Desta forma, uma das exigências básicas do PLM consiste na eliminação das barreiras tradicionais existentes entre as pessoas que concebem os produtos e aquelas que o produzem.

O PLM é actualmente apontado como a resposta para as empresas que centraram a sua actividade nos clientes e na concepção de produtos destinados a responderem às actuais exigências de customização e personalização. Estes aspectos, ligados à integração de processos e à inovação resultante da colaboração entre múltiplas partes, repercutem-se no aumento de competitividade das empresas envolvidas. Mas para que tudo isto seja possível, as estratégias de PLM deverão englobar:

- A colaboração a nível da cadeia de fornecimento (os processos produtivos dependem actualmente cada vez mais de produtos de outras empresas a montante);
- O desenvolvimento do produto propriamente dito, tendo em vista a sua melhoria constante (melhor adequação às expectativas dos clientes);
- A integração dos processos empresariais (a informação relacionada com os produtos precisa de ser integrada com os restantes processos de negócio da empresa para sintonizar todas as vertentes num objectivo comum).

Uma estratégia de PLM bem implementada permite que as empresas aumentem a inovação a nível dos seus produtos, reduzam o tempo de disponibilização dos mesmos, optimizem os processos de fabrico e reduzam os seus custos de produção. Todas estas vantagens são importantes, mas decorrem da primeira: inovação.

O grande desafio das empresas consistirá assim no aumento do fluxo de ideias e sobretudo no fomento de ideias válidas para serem transformadas em produtos viáveis. Este simples aspecto (por sinal, muito complexo) conferiria a qualquer empresa uma grande vantagem competitiva sobre a sua concorrência. Além de terem que gerar mais ideias viáveis do que os concorrentes, as empresas deverão preocupar-se igualmente com o desenvolvimento de mais produtos e com a maximização do sucesso destes últimos.

Mas o factor determinante numa solução do género é a forma como utilizam a informação e o conhecimento. Quanto maior for o acesso ao conhecimento nas empresas, maior será o índice de melhoramentos introduzidos nos processos, melhor será o conhecimento do negócio, maior será o número de ideias inovadoras e viáveis em termos de produto, melhores e mais atempadas serão as decisões tomadas. Esta optimização aos vários níveis aumentará o fluxo de produtos produzidos, diminuirá os tempos de disponibilização dos mesmos ao mercado e permitirá reduzir custos.

Entre os potenciais projectos de PLM, é possível destacar alguns daqueles que proporcionam maior retorno ou vantagem competitiva:

- Processos de inovação de produtos. Muitas empresas tentam implementar simultaneamente mais projectos de inovação em produtos do que aqueles que podem suportar em termos de capacidade. O resultado é normalmente o fracasso, ou sucessos parciais. Uma forma de lidar com este problema é reduzir o número de projectos simultâneos e privilegiar os mais estratégicos para o negócio. Outra é aumentar a eficiência dos processos para responder a todos os projectos ao mesmo tempo.
- Racionalização de materiais. Muitas empresas têm problemas com o controlo da definição de materiais. Quando os *designers* não têm facilidade em encontrar uma especificação de produto, a tendência é para a aquisição de materiais redundantes. Normalmente, esta falta de controlo repercute-se em inventários redundantes, impossibilidade de obter descontos tão significativos como se fossem feitas encomendas de maior volume, ou mesmo rupturas/excesso de stock. A adopção de ferramentas de gestão de dados sobre produtos e de pesquisa de produtos permitirá procurar os produtos já utilizados, evitando-se assim a introdução de sucedâneos.
- Racionalização das concepções. Para tirar partido do projecto anterior (racionalização de materiais), as empresas devem avançar com um projecto de racionalização das concepções. Nesse sentido, devem analisar as concepções existentes para ver se existem duplicados passíveis de serem racionalizados. Esta análise também permite identificar oportunidades para substituir determinados materiais por alternativas mais baratas. A *customização* de concepções permite aumentar a rapidez de desenvolvimento de concepções similares quando se concebem novos produtos.
- Redução do tempo de disponibilização dos produtos. Outra iniciativa de PLM pode ser a redução do tempo que leva a disponibilizar os produtos ao mercado. Para isso, as empresas têm que melhorar a eficiência dos processos do ciclo de produção. Como se destinam a introduzir maior eficiência no ciclo de desenvolvimento dos produtos, os projectos referidos atrás, devem contribuir para este objectivo. No entanto, nunca é demais falar dele.
- Concepção colaborativa. A concepção colaborativa (várias áreas a participarem nesse esforço) também pode conduzir à redução do tempo necessário para a disponibilização

de produtos. Este aspecto decorrente do facto de existirem mais pessoas a pensar sobre o mesmo assunto e, sobretudo, pessoas com diferentes perspectivas (complementaridade). Para levarem por diante este tipo de projecto, as empresas precisam de implementar processos e ferramentas colaborativas para partilhar a informação sobre o produto a nível interno e externo (parceiros e clientes).

IV.3. Sistemas EDM

Sistemas EDM (*Electronic Document Management*) são ferramentas que controlam o ciclo de vida de documentos electrónicos e as respectivas imagens.

São ferramentas, tipicamente, utilizadas ao longo do ciclo de desenvolvimento para gerir a documentação técnica dos produtos em produção, ou ainda, também utilizados em aplicações mais gerais que abrangem toda a empresa, como, por exemplo, gestão de normas e procedimentos internos e controlo de publicações técnicas.

As suas principais funcionalidades são:

- Armazenamento de documentos;
- Conversão de tipos de documentos para visualização;
- Pesquisa e localização de documentos;
- Criação de documentos e novas versões;
- Gestão do fluxo de trabalho e documental;
- Distribuição de documentos.

IV.4. Sistemas de Gestão de Projectos

Os sistemas de Gestão de Projectos são sistemas que possuem funcionalidades que permitem um planeamento detalhado e específico e o controlo da execução de projectos. As funcionalidades mais preponderantes desta tipologia de ferramentas são (Microsoft, 1997; Primavera, 2000):

- Definição de planos de actividades;
- Definição de WBSs (*Work Breakdown Structures*);
- Determinação e controlo de prazos e respectivos *milestones*;
- Acompanhamento da execução e visualização da evolução de actividades/ projectos em gráficos de *Gantt* e PERT;

- Cálculos de caminhos críticos;
- Alocação de recursos às diversas actividades/ fases/ processos;
- Avaliação dos recursos envolvidos;
- Estimativa de custos;
- Geração de relatórios de projectos;
- Publicação de informações de projectos em páginas de Internet;
- Integração com sistemas ERP.

IV.5. Sistemas de Trabalho em Grupo

Os sistemas de trabalho em grupo (*groupware*) são ferramentas que apoiam o trabalho cooperativo e a troca de informações entre os diversos colaboradores envolvidos nos projectos.

Estou a considerar o seguinte conjunto de funcionalidades e aplicativos como sendo sistemas de trabalho cooperativo:

- Correio electrónico;
- Agenda electrónica de grupo;
- Videoconferência;
- Salas de conversação;
- Fóruns;
- Sistemas de *bug tracking*;
- Manipulação de documentos em grupo;
- Gestão do fluxo de trabalho.

IV.6. Sistemas ERP

Os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) são sistemas integrados de gestão empresarial com grande diversidade de funcionalidades.

De uma forma simplificada, os ERP's são compostos por uma base de dados central e por um conjunto de módulos com funcionalidades específicas. A base de dados recebe e fornece os dados para os diversos módulos, apoiando as actividades dos processos de negócio das organizações. Quando uma nova informação é manipulada por um módulo e armazenada, as

informações relacionadas são automaticamente actualizadas. Assim, a integração entre os diversos módulos é garantida.

É importante realçar que o termo *base de dados central* é utilizado no sentido da definição centralizada na lógica de armazenamento e manipulação de dados, uma vez que, fisicamente, os dados podem estar distribuídos em mais do que uma base de dados.

As funcionalidades dos ERP's são geralmente agrupadas em módulos que correspondem às áreas funcionais ou aos processos de negócio das empresas.

Este tipo de sistemas pode ser configurado de forma a adaptar-se aos requisitos e necessidades específicas das organizações. Esta configuração é feita sem alteração do código de programação, bastando seleccionar os módulos pretendidos e pelo ajuste dos módulos em tabelas de configuração.

A configuração de um ERP para uma solução particular para uma determinada empresa é iniciada pela escolha dos módulos que serão implementados. As empresas podem não requerer determinados módulos ou já possuir outras soluções suficientemente satisfatórias para determinadas funções.

Cada módulo seleccionado pode, então, ser ajustado de acordo com os requisitos específicos e características da empresa. Para isso são alterados os parâmetros das tabelas de configuração, que irão influenciar o comportamento do sistema.

Apesar dos mecanismos de configuração garantirem alguma flexibilidade de adaptação aos sistemas ERP, as opções existentes são limitadas. Estes sistemas são soluções genéricas que reflectem uma série de suposições sobre a forma como as empresas operam de uma maneira geral. Provavelmente, formas muito particulares de realizar uma operação ou actividade não são apoiadas por um sistema deste género.

Actualmente os sistemas ERP's apresentam uma gama de funcionalidades bastante alargada, tais como [Zancul, 2000]:

- Soluções específicas para diversos segmentos verticais da indústria (aeroespacial, automobilístico, entre outros) a fim de facilitar a implantação e aumentar o grau de adesão por parte das empresas destes ramos;

- Ferramentas de modelação dinâmica que possibilitam o desenho de processos de negócio apoiados pelo sistema e permitem a alteração dos parâmetros do sistemas por meio de modificações nos modelos dos processos;
- Ferramentas analíticas, baseadas em soluções de *data warehousing*, para apoio de tomadas de decisão;
- Portais na Internet para oferecer uma série de serviços *online* às comunidades virtuais;

No entanto, os principais módulos que agrupam as principais funcionalidades presentes num sistema ERP são abaixo identificados.

IV.6.1. APS (*Advanced Planning and Scheduling*)

APS representa um grupo de funcionalidades que possibilitam a utilização de métodos e algoritmos sofisticados na programação detalhada da produção ao longo de toda a cadeia de abastecimento.

IV.6.2. CRM (*Customer Relationship Management*)

Este grupo de funcionalidades designado por CRM visa o apoio às vendas, *marketing*, e serviços aos clientes.

IV.6.3. PDM (*Product Data Management*)

Segundo Wessner (1999), PDM agrupa uma série de funcionalidades para a correcta organização, gestão e controlo de todos os dados relativos a produtos e a gestão do respectivo ciclo de vida.

IV.6.4. PLM

As funcionalidades oferecidas pelos PLM incidem essencialmente sobre a gestão do ciclo de vida ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde a sua concepção até à sua distribuição, abrangendo também as funcionalidades de PDM e de gestão de projectos.

IV.7. Sistemas CAD

Os sistemas CAD (*Computer Aided Design*) são ferramentas de criação, análise e modificação de modelos geométricos de produtos.

Tais modelos podem ser bidimensionais ou tridimensionais. Actualmente, tem-se enfatizado a utilização de sistemas CAD que possibilitam a criação de modelos tridimensionais sólidos, devido à ampla utilização destes modelos nas demais actividades do processo de desenvolvimento, como por exemplo, na geração de protótipos digitais (*digital mock-ups*), na construção rápida de protótipos físicos, no cálculo por elementos finitos, na construção de ferramentas, entre outras.

IV.8. Sistemas CAE

O termo CAE (*Computer Aided Engineering*) é associado a uma série de tecnologias e sistemas que visam o apoio às actividades mais detalhadas do projecto de desenvolvimento de produto, como a análise baseada no método dos elementos finitos.

O método dos elementos finitos tem diversas aplicações que podem se associadas a este tipo de sistemas, como por exemplo: análises de tensões e deformações; determinação de frequências naturais de vibração; estudos de transmissão de calor; estudos de escoamento de fluidos e de campos eléctricos e magnéticos (ANSYS, 2002).

Somam-se a essa tecnologia as de análises de sistemas multicorpos, baseadas nas massas e inércia de componentes com objectivo de determinação do seu comportamento dinâmico e o método de elementos de contorno, utilizado em simulações de acústica (ADAMS, 2002; ANSYS, 2002).

Deve-se ter em atenção que existe uma tendência crescente de integração entre as ferramentas de CAE e os sistemas CAD. Actualmente as funções típicas de CAE podem ser módulos de sistemas CAD. É neste ponto que os sistemas de PDM têm grande importância sendo o elo de ligação no tráfego de informações entre estes dois sistemas.

É importante notar que o uso de ferramentas CAD/CAE na indústria tem evoluído bastante ao ponto de conseguir-se, hoje, a execução de protótipos funcionais virtuais, ou FVP (*Functional*

Virtual Prototype), que permitem a engenharia avaliar o comportamento do produto final antes mesmo de existir qualquer tipo de protótipo físico do mesmo (RYAN, 2001).

Isso só é conseguido através do uso maciço dessas ferramentas e através da mudança no foco de desenvolvimento de produto para um desenvolvimento focado nos sistemas e não nos componentes (RYAN, 2001).

Segundo RYAN (2001) quando houve a utilização maciça de ferramentas CAD/CAE no desenvolvimento de componentes na indústria automobilística norte-americana, observou-se a redução de defeitos em 40% e os custos em 20%. Esta situação indica que o foco de actuação não deve ser nos componentes, mas sim, nos sistemas.

Uma vez que o foco de desenvolvimento deverá dar-se ao nível de sistemas e, na maioria das vezes, da responsabilidade de terceiros, ou seja, de fornecedores ligados às empresas, faz-se necessário o controlo por parte da engenharia das actividades inerentes a este fornecedores, bem como faz-se necessário que as plataformas CAD/CAE sejam comuns de maneira a facilitar a comunicação e acelerar o processo de desenvolvimento de produto, uma vez que os FVP possam ser acedidos e utilizados por todos os elementos da cadeia. Novamente, é de realçar a importância das ferramentas PDM, que permitem essa colaboração de forma controlada e segura, preservando a informação das empresas e seus parceiros.

Percebe-se também que os sistemas CAE que possibilitam a execução de FVP tendem a estar cada vez mais integrados com os sistemas e equipamentos de testes experimentais, amplamente utilizados nos ciclos de desenvolvimento de produtos, de forma que há uma nova população de utilizadores para os sistemas CAE provenientes da área de engenharia experimental.

IV.9. Sistemas CAPP

CAPP (*Computer Aided Process Planning*) é uma ferramenta que tem como objectivo a automatização do processo de criação de planos de processo de produtos. Contamos com as seguintes funcionalidades (KSR, 1998; KSR, 1998b; T-SYSTEMS, 2007):

- Controlo de planos de produção;
- Listagem de ferramentas e máquinas disponíveis;
- Métodos de busca e recuperação;



- Classificação de produtos e processos por famílias;
- Controlo de documentações de processo;
- Armazenamento e visualização de informações relativas aos produtos e ao seu processo de fabricação;
- Cálculo de custos de produção;
- Cálculo de capacidade de produção;
- Determinação das necessidades de matérias-primas.

A aplicação do CAPP traz um grande número de vantagens, entre elas podemos citar:

- Redução do tempo de planeamento: um dos principais ganhos com a implantação do CAPP é o aumento da produtividade de planeamento do processo. Com isto é possível elaborar os planos de processos com menos recursos e num curto período de tempo;
- Agilidade nas revisões: com o CAPP, cada operação do processo pode ser facilmente revista. O histórico das revisões pode ficar armazenado numa base de dados, possibilitando o acompanhamento de todas as modificações;
- Padronização dos processos: o uso do CAPP pode permitir que todos os parceiros trabalhem com um modelo único de plano de processo, garantindo uma padronização da documentação, além de garantir a uniformização dos termos adoptados;
- Criação de uma base única de processos: o CAPP permite a criação de uma base de dados única de processos, garantindo a integridade das informações registadas;
- Aumento da qualidade dos processos: com o uso do CAPP pode-se adicionar outros tipos de informações aos planos de processos, além das informações descritivas. Assim pode-se fazer uso de informações visuais através de fotografias, gráficos, desenhos, ou então outras instruções detalhadas do processo, como listas dos componentes montados em cada operação, instruções de controlo e dispositivos necessários, por exemplo.

Existem ainda várias outras vantagens como a redução drástica de papel impresso, agilidade na elaboração e alteração de uma especificação de projecto, alta confiabilidade nos dados por estarem automatizados com fórmulas de cálculos, definição de hierarquia para aprovação de projecto, entre outras.

IV.10. Sistemas de Simulação

Quando se pretende modelar um sistema real e realizar simulações computacionais, utilizam-se sistemas de simulação, reduzindo, desta forma, a necessidade de modelos físicos para a realização de testes durante o processo de desenvolvimento de produtos.

Segundo EVERSHEIM et al (1997) e RYAN (2001) podem-se diferenciar os *softwares* de simulação, aplicáveis no desenvolvimento de produtos, em três tipos distintos:

- *Software* de simulação de sistemas de produção – descreve o comportamento de um sistema de produção com relação ao tempo e a sua capacidade produtiva;
- *Software* de simulação de sistemas de dinâmicos – apresenta as relações e interações cinemáticas entre os componentes individuais de uma montagem de um produto;
- *Software* de simulação de análises por elementos finitos – sistema CAE (já apresentado neste trabalho).

IV.11. Sistemas CAM

O termo CAM (*Computer Aided Manufacturing*) é utilizado para referenciar um amplo conjunto de tecnologias utilizadas maioritariamente na produção, incluindo as máquinas de comando numérico (CNC), a gestão de ferramentas, o controlo de armazenamento de materiais, o controlo de qualidade e a manutenção.

No entanto os sistemas CAM são geralmente utilizados para denominar os sistemas que apoiam as actividades associadas à programação via comando numérico.

IV.12. Métodos e técnicas de desenvolvimento de produtos

Esta tipologia de ferramentas engloba um conjunto de metodologias utilizadas por sistemas de informação que são utilizados para apoiar a aplicação de técnicas específicas de desenvolvimento de produtos. Esses sistemas estão descritos a seguir.

IV.12.1. QFD

QFD (*Quality Function Deployment*) é um método que pode ser utilizado durante todo o processo de desenvolvimento de produto e que tem por objectivo auxiliar a equipa de desenvolvimento a incorporar no projecto as reais necessidades dos clientes. Por meio de um conjunto de matrizes parte-se dos requisitos expostos pelos clientes e realiza-se um processo de “desdobramento” transformando-os em especificações técnicas do produto. As matrizes servem de apoio para o grupo orientando o trabalho, registando as discussões, permitindo a avaliação e priorização de requisitos. São sistemas com uma importante fonte de informações para a execução de todo o projecto.

A força do QFD está em tornar explícitas as relações entre necessidades dos clientes, características do produto e parâmetros do processo produtivo, permitindo a harmonização e priorização das várias decisões tomadas durante o processo de desenvolvimento do produto, bem como em potencializar o trabalho de equipa. Outro aspecto importante a considerar é que, por ser uma metodologia baseada no trabalho cooperativo, os membros da equipa de trabalho desenvolvem uma compreensão comum sobre as decisões, as suas motivações e implicações.

QFD é a conversão dos requisitos do consumidor em características de qualidade do produto e o desenvolvimento da qualidade de projecto para o produto acabado através de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos do consumidor e as características do produto. Esses desdobramentos iniciam-se com cada mecanismo e estendem-se para cada componente ou processo. A qualidade global do produto será formada através desta rede de relações.

Segundo RIBEIRO (1996), QFD é:

- Uma técnica de gestão, pois auxilia a gestão de projetos simples ou mais complexos;
- Um método de planeamento, onde os esforços de Engenharia são deslocados para a fase de planeamento;
- Um método de solução de problemas, que enuncia o que é necessário ser feito e forma como pode ser feito;
- Facilita a modelagem do conhecimento, descobrindo o conhecimento técnico da Equipa;
- Facilita a documentação de informações através do uso de matrizes de dados;

- Facilita o transporte de informações, pois as matrizes relacionam-se de forma sequencial e usa-se uma linguagem e uma lógica comum no seu preenchimento;
- Fornece abertura à criatividade e inovações através de discussões multisectoriais num ambiente de Engenharia Simultânea.

IV.12.2. DFMA

A metodologia DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*) apoia no cálculo do potencial de melhoria na produção de componentes e na montagem de produtos, apresentando relatórios com sugestões para a modificação dos componentes e produtos analisados, a partir dos dados fornecidos pelos utilizadores.

IV.12.3. FMEA

Os sistemas que utilizam o método *FMEA* (*Failure Mode and Effects Analysis*) são utilizados para identificar as falhas actuais e potenciais e os seus efeitos em sistemas e processos com o objectivo de definir acções que reduzam ou eliminem o risco associado a cada falha. *FMEA* avalia a gravidade de cada falha relativamente ao impacto causado nos clientes, a probabilidade de ocorrência e de detecção antes de serem utilizados nos clientes. Com base nestes três elementos, gravidade, ocorrência e detecção, o método *FMEA* leva à priorização de quais modos de falha acarretam os maiores riscos ao cliente e que, portanto, merecem atenção.

As etapas para a execução de *FMEA* são:

- Identificar modos de falha conhecidos e potenciais;
- Identificar os efeitos de cada modo de falha e a sua respectiva gravidade;
- Identificar as causas possíveis para cada modo de falha e a sua probabilidade de ocorrência;
- Identificar os meios de detecção do modo de falha e a sua probabilidade de detecção;
- Avaliar o potencial de risco de cada modo de falha e definir medidas para sua eliminação ou redução. Isto é conseguido por acções que aumentem a probabilidade de detecção ou reduzam a probabilidade de ocorrência da falha. A gravidade é um índice

que não pode ser reduzido ou eliminado, pois depende apenas do nível de transtorno que o efeito da falha trás ao cliente.

Segundo Stamatis (2003), existem três tipos principais de *FMEA*:

- *FMEA* de sistema - utilizado para avaliar as falhas em sistemas nas fases iniciais de conceptualização e projecto. Enfoca as falhas do sistema em relação às suas funcionalidades e no atendimento das expectativas dos clientes, ou seja, está directamente ligado à percepção do cliente em relação ao sistema;
- *FMEA* de produto - utilizado para avaliar possíveis falhas no projecto do produto antes da sua entrada em produção. Enfoca as falhas do projecto em relação ao cumprimento dos objectivos definidos para cada uma de suas características e está directamente ligado à capacidade do projecto em atender aos objectivos pré-definidos. *FMEA* de produto define a necessidade de alterações no projecto do produto, estabelece prioridades para as acções de melhoria, auxilia na definição de testes e validação do produto, na identificação de características críticas e na avaliação dos requisitos e alternativas do projecto;
- *FMEA* de processo – utilizado para definir necessidades de alterações no processo, estabelecer prioridades para as acções de melhoria, auxiliar na execução do plano de controlo do processo e na análise dos processos de produção e montagem.

IV.13. Uma Visão Sobre a Integração de Sistemas

Esta secção procurará apresentar uma visão, segundo Cameira (2003) da aplicação dos sistemas de informação numa organização, da forma como são integrados e como podem interagir entre si. Desta forma será mais fácil perceber o modo como as organizações terão que agir para começar a construir o seu Mundo de Informação, ou a forma como terão que proceder para integrar novos sistemas aos já existentes.

A visão apresentada nesta secção abrange a integração de sistemas numa estrutura organizacional completa não se cingindo apenas ao desenvolvimento e fabricação de produtos.

Pretende-se obter uma visão mais alargada da forma como os sistemas se relacionam entre si, como podem congrega o conhecimento de toda a organização e facilitar a compreensão da importância da integração dos diversos sistemas e ferramentas existentes numa organização.

IV.13.1. Componentes de uma Arquitectura Integrada de Sistemas

A tecnologia da informação tem vindo a promover uma crescente integração de processos, não apenas intra-organizacionais, mas também entre organizações, por todo o ciclo de fabricação de produtos e cada vez mais operando em rede. (PORTER, 2001, citado por CAMEIRA, 2003).

Com o desenvolvimento desta tecnologia da informação, que apresenta um crescente número de produtos e serviços, com características de confiabilidade, presteza e robustez, a menores preços, foi possível a crescente integração de sistemas nas organizações, sistemas entendidos com *hardware* e *software* logicamente estruturados de forma a atender aos processos de negócios por ela promovidos e suportar o fluxo de informações associado. As diversas tecnologias que viabilizam, de forma crescente e rápida, um cenário de integração de processos e sistemas, possuem os seus objectivos e as suas áreas de intervenção.

Este conjunto de tecnologias, uma vez integradas e estruturadas, compõe o que aqui se convencionou chamar de Arquitectura Integrada de Sistemas.

IV.13.1.1. Hardware e Software

Uma primeira visão nestas tecnologias, básica, mas indispensável, dividiria esta Arquitectura Integrada de Sistemas em: *hardware* e *software*.

O *hardware* suporta a realização do *software*. Fundamentalmente, o hardware relevante à Arquitectura Integrada de Sistemas pode ser identificado, independentemente dos componentes (informáticos, electrónicos, mecânicos, químicos ou, mais recentemente, biológicos, entre outros) que possa conter, por possuir capacidade de processamento. Em outras palavras, um *hardware* interessa ao entendimento de uma Arquitectura Integrada de Sistemas quando possuir capacidade de processamento capaz de realizar os fluxos de informação geridos pelos diversos sistemas, ou *software*.

Entre os *hardwares* estão os microcomputadores (*desktops* ou *notebooks*), os PDAs (*Personal Data Assistant*), os equipamentos de automação do chão-de-fábrica, no caso de uma indústria

(controladores lógico programáveis, máquinas de comando numérico computadorizado, sistemas digitais de controlo distribuído, etc.), servidores, *tags*, equipamentos de localização geo-referenciados, etc.

As diversas aplicações de *software*, em função do seu objectivo e da sua área de abrangência e actuação podem ser classificadas em diversas categorias. Estas categorias, que compõem uma Arquitectura Integrada de Sistemas, em função de características agregadas comuns e que visam o entendimento do papel relativo de cada uma, podem ser agrupadas em camadas.

IV.13.1.2. Arquitectura em 3 Camadas

Entre as diversas visões possíveis, será agora identificado um modelo de integração de sistemas constituído por três camadas que operam sobre uma infra-estrutura básica.

O primeiro conjunto de sistemas refere-se aos sistemas que compõem a infra-estrutura básica para que esse modelo aconteça, permitindo que os SIG (Sistemas de Integração de Aplicação) actuem. Neste conjunto encontram-se os Sistemas de Gestão de Redes de Comunicação e os Sistemas de Base de Dados. Nomeia-se este conjunto de Sistemas de Infra-estrutura Básica.

A primeira camada, que opera sobre esta infra-estrutura, interliga as diversas aplicações e é responsável pela Arquitectura de Integração de Aplicações (em inglês, *Enterprise Application Integration* – EAI). Designa-se esta camada de Sistemas de Integração de Aplicações. Esta camada, aliada à infra-estrutura básica, suporta, e sob certo ponto de vista, viabiliza, a ligação directa entre processos e os sistemas de informação.

Na segunda camada encontram-se os sistemas que manipulam, directamente, as informações que são tratadas e utilizadas pelos processos de negócio da organização e desta com os demais actores da cadeia. Designa-se este conjunto de Sistemas de Gestão da Informação ou, mais usualmente, Sistemas Integrados de Gestão (SIG).

A terceira camada, superior, refere-se aos Portais que realizam a integração das interfaces Homem-Máquina dos diversos SIGs que operam integrados pela arquitectura de EAI sobre a infra-estrutura básica.

A representa esta arquitectura em 3 camadas, operando sobre uma infra-estrutura básica.



Figura 6 - Arquitectura Integrada de Sistemas em 3 Camadas (Fonte: CAMEIRA, 2003)

Acrescente-se a esta arquitectura em 3 camadas os *Web Services*. Os *Web Services* estão associados a um conceito ou metodologia que visam, em suma, simplificar a integração dos diversos sistemas e dispositivos de forma directamente integrada aos Portais.

Seguidamente, cada um destes conjuntos com o seus principais componentes serão apresentados procurando-se destacar as suas principais características

.

IV.13.1.3. Sistemas de Infra-Estrutura

Este conjunto contempla os sistemas directamente relacionados ao aprovisionamento da infra-estrutura para que aquele fluxo de informação e esta integração ocorram:

- Sistemas de Base de Dados - neles residem as informações recebidas, geradas, manipuladas e transformadas pelos Sistemas Integrados de Gestão da informação. A tecnologia de base de dados tem vindo a evoluir fortemente, garantido elevados desempenhos ao nível da segurança, consistência, robustez e desempenho (tempo de acesso, por exemplo), entre outros;
- Sistemas de Gestão de Redes de Comunicação (incluindo redes locais e Internet) - referem-se ao conjunto de aplicações que permite, associado ao *hardware* específico (equipamentos de telecomunicações), que a comunicação ocorra e seja gerida, seja ela local, no âmbito de um departamento ou interdepartamental, seja ela entre organizações;

- Sistemas Operativos - sistemas responsáveis por possibilitar a interligação entre os diversos componentes e possibilitar a execução do restante *software*.

IV.13.1.4. Sistemas de Integração de Aplicações

Os Sistemas de Integração de Aplicações compõem a primeira camada de uma Arquitectura Integrada de Sistemas, e actua sobre a infra-estrutura básica acima descrita.

Até alguns anos atrás estes sistemas eram fragmentados e independentes, hoje estão consolidados em tecnologias ou, termo mais adequado, sob a Arquitectura de Integração de Aplicações Empresariais (EAI – *Enterprise Application Integration*)

“EAI é a criação de soluções de negócio a partir da combinação de aplicações utilizando um *middleware* comum. (...) *Middleware* é o *Software* que provê serviços que intermedeiam a integração entre aplicações” (RUH, MAGINNIS, BROWN, 2000, citado por CAMEIRA, 2003). EAI são sistemas que integram sistemas. A partir dessa infra-estrutura, esperam-se tornar as arquitecturas dos *Softwares* mais escalonáveis, flexíveis e com custo mais adequado.

IV.13.1.5. Sistemas Integrados de Gestão

O conjunto de sistemas que manipulam, directamente, as informações que são tratadas e utilizadas pelos processos de negócio da empresa e desta com seus fornecedores, clientes e colaboradores (parceiros, colaboradores, etc.) compõem a segunda camada de uma Arquitectura Integrada de Sistemas.

Com o desenvolvimento da infra-estrutura de Tecnologias de Informação (hardware, infra-estrutura básica e Sistemas de Integração de Aplicações), tornaram-se crescentemente realizáveis filosofias de gestão capazes de alcançar a informação onde quer que ela esteja, ou seja, gerada (mesmo distâncias geográficas), tratando essa informação, seja ela armazenada de forma centralizada ou distribuída, como única, não redundante, consistente e segura. Essa informação é proveniente das diversas áreas da organização e da cadeia onde a organização opera.

Num conjunto mais padrão de sistemas, usualmente utilizados em organizações empresariais, podemos listar as seguintes categorias:

- Sistemas de Planeamento dos Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning – ERP*);
- Sistemas de planeamento e optimização da produção e sistemas de gestão de logística de transportes, remanescentes nos conhecidos Sistemas de Gestão da Cadeia de Abastecimento (*Supply Chain Management – SCM*);
- Sistemas de Gestão do Relacionamento com Fornecedores (*Supplier Relationship Management – SEM*), que englobam, também, as funções de compras electrónicas (*E-Procurement*);
- Sistemas de Gestão do Relacionamento com Parceiros (*Partner Relationship Management – PRM*);
- Sistemas de Gestão do Relacionamento do Cliente (*Customer Relationship Management – CRM*);
- Sistemas de Gestão do Ciclo de Vida dos Produtos (*Product Lifecycle Management – PLM* e *Product Data Management – PDM*);
- Sistemas de Inteligência do Negócio (*Business Intelligence – BI*) (CARDOSO, PROENÇA E CAMEIRA, 2001);
 - *Enterprise Information Systems* e *Balanced Scorecard*,
 - *Datamining (DM)* (AMIUNE e KICKINGER, 2001);
 - *Datawarehouses (DW)*;
- Sistemas de Gestão do Conhecimento (*Knowledge Management Systems – KMS*);
- Sistemas de Automação de Processos (GED e *Workflow*);
- Sistemas Transversais à Cadeia (Sistema de Gestão do Relacionamento com os colaboradores da organização (*Employee Relationship Management – ERM*) e Sistemas de Gestão Financeira na Cadeia, entre outros).

IV.13.1.6. Portais

Associado ao desenvolvimento da tecnologia *web-based*, com vista à integração da cadeia, os Portais ou também designados por Aplicações *Web* ganham destaque, como a interface única de acesso aos fluxos de informação geridos pelos diversos Sistemas Integrados de Gestão.

Os portais permitem aos colaboradores de uma organização encontrar informação relevante e fontes de conhecimento; colaborar on-line; codificar e publicar seus conhecimentos; e promover ou apoiar as tarefas e rotinas do ciclo de fabricação de produtos.

IV.13.2. Representação do Modelo Proposto

Esta secção procura representar o *framework* composto pelas diversas categorias de SIGs que compõem um modelo genérico de integração de sistemas.

Há que se ressaltar que o modelo não pretende ser exaustivo e que ele não apresenta os diversos sub-sistemas desta arquitectura, por vezes comercializados separadamente ou por empresas especializadas, por exemplo, sistemas CAD (*Computer Aided Design*) ou ferramentas de Modelagem e Simulação de Processos. É uma simplificação da realidade. Este maior detalhe pode ocorrer desdobrando-se, ou, granularizando-se este modelo genérico, frente aos requerimentos do negócio.

Procurando compreender o modelo em mais detalhe, verificamos que ao centro temos o ERP, para integração dos fluxos de informação internos à empresa; à direita do ERP, temos o CRM, para a gestão do relacionamento com o cliente; e à esquerda temos o SRM, para a gestão do relacionamento com os fornecedores. A cada lado, associado ao CRM ou ao SRM, o PRM que apoia a gestão das parcerias.

Esta Arquitectura Integrada de Sistemas é concebida sobre a infra-estrutura de redes e base de dados. Na base temos a infra-estrutura de integração de aplicações. No topo, sobre a segunda camada, de Sistemas Integrados de Gestão há a camada de apresentação, onde se localizam os portais *web-based* cada vez mais personalizados e *customizados* em função das necessidades específicas do utilizador. Esse acesso via portal pode ser realizado a partir de múltiplos dispositivos, permitindo que o acesso à informação seja um serviço cada vez mais móvel.



Figura 7 - Arquitectura Integrada de Sistemas (Fonte: CAMEIRA, 2003)

Prosseguindo na caracterização do modelo, observamos que com a integração, diversas aplicações possuem um carácter transversal à organização, relacionando-se com diversos processos, tais como:

- Sistemas de Gestão Financeira;
- Sistemas de Gestão dos Recursos Humanos, de forma a maximizar a alocação das competências aos diversos processos; manter talentos; contribuindo para a gestão do conhecimento;
- Sistemas de Gestão do Ciclo de Vida do Produto, auxiliando a gestão do desenvolvimento dos produtos, integrando o fornecedor, o cliente, as áreas de marketing, vendas, produção, etc., gerindo toda vida do produto, da concepção à sua descontinuidade;
- Sistemas de Gestão da Cadeia de Abastecimento, planeando as necessidades, prioridades, a sequência da produção, etc., promovendo uma visão global da gestão da cadeia de abastecimento;
- Sistemas de Automação do Processo, como os sistemas de *Workflow* e Gestão Electrónica de Documentos;
- Mais próximos à camada de apresentação, à interface com os utilizadores, os Sistemas de Inteligência do Negócio (EIS/BSC, DM, DW), auxiliam a prospecção de dados e a geração de informação, a partir das bases de dados alimentadas pelos demais SIGs, com

vista a apoiar a tomada de decisão, a criação de acções inteligentes, adequadas a cada nível de utilizador.

- No nível mais alto, superior aos sistemas de *Business Intelligence*, e ainda com ferramentas relativamente incipientes, utilizando por vezes *nuances* das aplicações dos diversos SIGs, encontram-se os Sistemas de Gestão do Conhecimento, fundamentais quando se compreende a boa gestão do conhecimento como base para a inovação e para o desenvolvimento de competências;
- Uso de *Web Services* quando integração entre aplicativos de plataformas não necessariamente facilmente integráveis, na construção de serviços pontuais/ bem definidos/ com domínios limitados, particularmente em prazos;

Agora imaginando o cenário onde diversas organizações numa cadeia (ou em pontos de contactos com outras cadeias) integram suas Arquitecturas Integradas de Sistemas, teríamos um cenário como o representado na Figura 8.

A Figura 8 representa a integração estreita na rede dos sistemas componentes das Arquitecturas Integradas de Sistemas das diversas organizações. Observe-se que as aplicações ultrapassam as fronteiras organizacionais, como se fossem únicas.

Assim, a Gestão da Cadeia de Abastecimento é capaz de ser realizada de forma global aos vários actores, fornecendo informações disponíveis nos demais SIGs (particularmente no ERP, no CRM e no SEM); há troca de informação permanente no desenvolvimento de produtos; a questão da gestão dos Recursos Humanos e das suas competências passa a ser de todos os actores; a saúde financeira de um passa a mais directamente estar relacionada à saúde financeira do outro actor e das respectivas gestões; os fluxos pró-activos de informação são integrados directamente do cliente ao fornecedor, num caso extremo, até do consumidor final ao fornecedor da matéria-prima mais primária; a tomada de decisão é feita sobre bases compiladas, mais amplas, de maior alcance; e o conhecimento gerado é gerido e compartilhado. Os resultados desta compilação, a prospecção deste conhecimento e o acesso aos diversos SIGs é principalmente realizado através dos Portais.



Figura 8 - Integração estreita na rede de Arquitectura Integrada de Sistemas entre Organizações (Fonte: CAMEIRA, 2003)

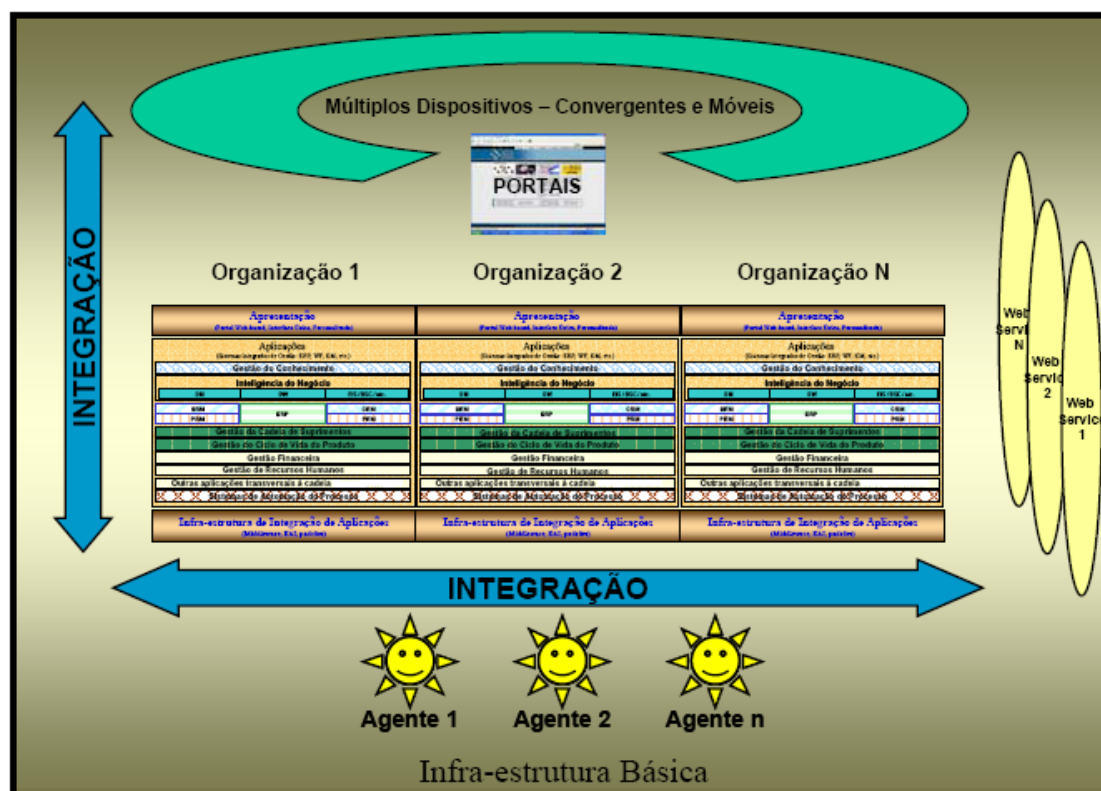


Figura 9 - Integração de Arquitectura Integrada de Sistemas entre Organizações, Web Services e Sistemas Baseados em Agentes

(FONTE: CAMEIRA, 2003)

Em resumo, baseado na infra-estrutura básica (redes de comunicação, base de dados e sistemas operativos) e da camada de infra-estrutura de integração de aplicações, que transcende as fronteiras de uma organização, as Arquitecturas Integradas de Sistemas são interligadas. Esta



integração ocorre pela ligação dos vários sistemas e pela prospecção da informação, nestes sistemas e sua exteriorização nos Portais, nos computadores e demais dispositivos de hardware móveis.

A este cenário devem-se acrescentar dois componentes: os *Web Services* e os Sistemas Baseados em Agentes, conforme mostra a Figura 9.

Os *Web Services* – representado pelas *N* elipses verticais – indicam que esta Arquitectura Integrada de Sistemas pode ser simplificada e potencializada, com esforços distribuídos no tempo pela integração de aplicações, via troca de mensagens.

Os Sistemas Baseados em Agentes (INVERNO e LUCK, 2001) – representados pelos “*smiles*” com pontas, indicando os múltiplos contactos, relacionamentos, que podem ser realizados – negociam a realização de objectivos pré-definidos entre os diversos sistemas, potencializando a adequação da infra-estrutura tecnológica da organização e das cadeias onde elas estão inseridas às variações do ambiente.

Nas situações apresentadas as relações entre sistemas são múltiplas (conforme os sistemas forem sendo estruturados em componentes de *software* associados a componentes de processos), flexíveis, dinâmicas e, no limite, autónomas, configurando o cenário de total integração.

IV.14. Conclusões

A análise das ferramentas enunciadas neste capítulo demonstra que existe uma ampla variedade de soluções utilizáveis no ciclo de desenvolvimento e fabricação de produtos.

Esta análise permitiu também concluir que há alguns sistemas que podem apoiar diversas actividades dispersas ao longo de todo o ciclo e outros com funcionalidades vocacionadas para apenas determinadas áreas e tarefas do ciclo de fabricação de produtos. Para além disso este estudo ajuda a perceber o elevado grau de complexidade de alguns sistemas e das inúmeras vantagens da sua utilização.

No entanto, na diversidade de todos estes tipos de ferramentas comercializáveis e utilizadas por vários ramos empresariais e industriais, podem continuar a persistir determinadas necessidades, exigências ou lacunas dentro das organizações que nenhuma ferramenta existente no mercado consiga, isoladamente, responder com resultados vantajosos e competitivos. Para dar resposta a estes nichos de mercado pode-se recorrer à *customização*, ou seja, à personalização ou adaptação de ferramentas de forma a traduzir as exigências e necessidades e serem obtidos os resultados pretendidos.

Esta *customização* de ferramentas pode tratar-se da adaptação de outras já existentes, integrando-as com outros componentes (*hardware*, *software* ou ambos) ou no desenvolvimento de soluções personalizadas e à medida das necessidades. O caso de estudo apresentado nesta dissertação num capítulo mais à frente pode, também, servir de exemplo de uma ferramenta *customizada* às necessidades de uma realidade industrial com características e problemas muito específicos

Finalmente foi apresentado uma visão sobre a integração de sistemas numa organização, que contribuiu para compreender como diversos sistemas podem ser integrados, como interagem entre si e a importância desta integração para uma organização.

V. Conceptualização de um Sistema de Gestão de Meios de Produção (Caso de Estudo)

V.1. Introdução

Num mercado cada vez mais competitivo, resultado do fenómeno da globalização, a logística interna das empresas, nomeadamente os processos de gestão e controlo de fluxos de materiais (matérias primas, componentes, produto acabado, ferramentas, etc.), têm vindo a ganhar especial relevância como o factor diferenciador do processo produtivo das empresas, sendo em muitos casos o elemento que garante o sucesso e a competitividade das organizações.

É dentro deste contexto que emerge a necessidade do recurso a sistemas logísticos de identificação, gestão e controlo de fluxos de materiais *customizados* aos processos e procedimentos das empresas, de forma a garantir a eficácia e a eficiência da logística interna.

O desafio colocado à Universidade de Aveiro prendeu-se com o desenvolvimento de um sistema logístico de identificação, gestão e controlo de fluxos de materiais para aplicação em ambientes industriais tendo como referência a natureza dos processos e actividades associadas a indústria Metalomecânica, mais concretamente de produção de ferramentas e componentes para a indústria Automóvel – Simoldes Plásticos.

V.2. Enquadramento

A estrutura unifamiliar do Grupo Simoldes, juntamente com a ambição de manter a sua posição de destaque na indústria da região de Aveiro e de Portugal, com a necessidade de se manter competitiva num mercado agressivo e num contexto de localização geográfica desvantajosa (periferia da Europa), confere à sua gestão e ao seu funcionamento, preocupações de carácter essencialmente prático.

A abordagem que houve para com a Universidade de Aveiro demonstra exactamente essa preocupação, neste caso em concreto ao nível logístico.

Um dos problemas que preocupam a Simoldes é o facto de grande parte dos meios de produção existentes (moldes, periféricos, mãos presas, entre outras ferramentas) têm um ciclo de vida

relativamente longo (superior a uma dezena de anos), uma vez que os contratos de assistência aos seus clientes assim os obrigam. Para além disso, e tratando-se de um grupo de empresas, estes meios de produção podem, ao longo do seu ciclo de vida, estarem presentes (em produção, em manutenção ou em armazenamento) em vários locais dentro da mesma, ou em diferentes unidades fabris que podem situar-se em localizações geográficas afastadas.

Esta situação acaba por muitas vezes originar dificuldades em saber a localização desses meios de produção e em perdas de tempo à procura dos mesmos, com a agravante que as diversas referências de cada tipo de meio de produção são fisicamente muito semelhantes, e por vezes de difícil distinção visual. A eficácia desta procura acaba por depender, grande parte das vezes, da vivência e memória visual dos colaboradores.

Neste contexto, surge este projecto com o principal objectivo de architectar uma solução capaz de responder a esta preocupação da Simoldes.



Figura 10 - Unidade Fabril da Simoldes Plásticos

V.3. Arquitectura Funcional e Objectivos

Face ao problema enquadrado anteriormente architectou-se uma solução para a identificação, gestão da utilização e controlo do fluxo das ferramentas e equipamentos utilizadas no processo produtivo da Simoldes, com o intuito de melhorar e otimizar a rastreabilidade destes meios de produção. A Figura 11 espelha a arquitectura funcional identificada e desenvolvida para dar resposta a esta iniciativa.

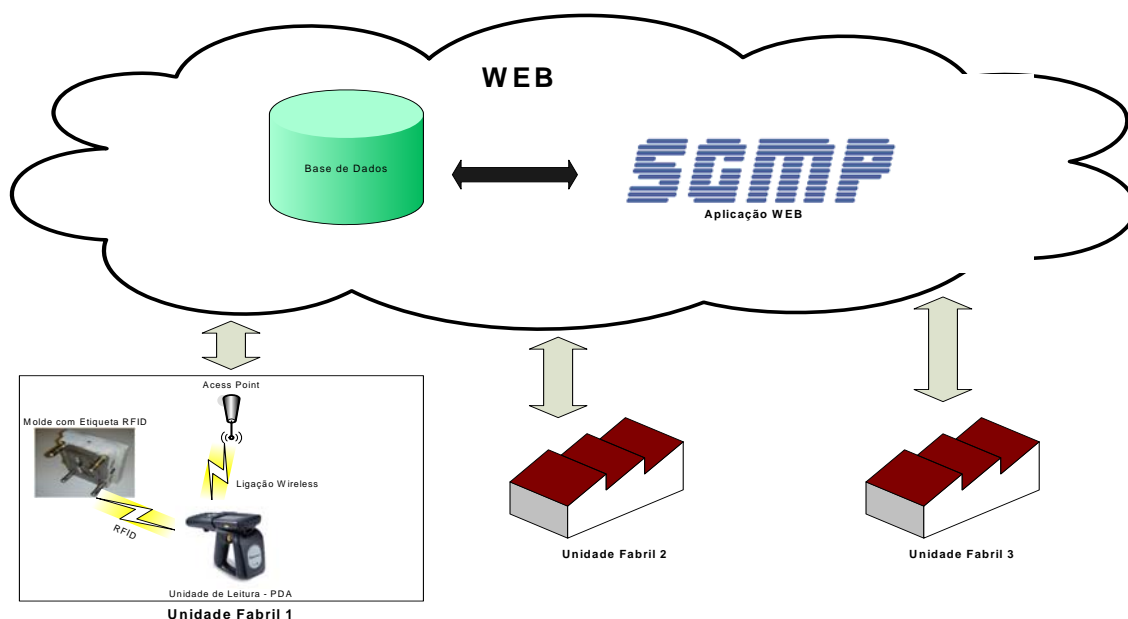


Figura 11 - Arquitectura Funcional do SGMP

Para dar corpo a esta arquitectura foi necessário identificar um mecanismo de identificação dos meios de produção. O mecanismo identificado para esta solução é baseado em tecnologias de rádio-frequência (vulgarmente designado por RFID – *Radio Frequency Identification*). Esta tecnologia é explanada no capítulo seguinte, devido ao papel importante que esta tecnologia tem na eficácia, eficiência e sucesso desta solução.

A análise da Figura 11 permite-nos aferir que a solução arquitectada presume a colocação de *tags* RFID em cada meio de produção que se pretenda rastrear. É utilizado um terminal móvel que tem a si acoplado um leitor e antena RFID para comunicar com as *tags* e sincronizar os dados actuais (por exemplo via wireless para uma sincronização em tempo real), para a base de dados central que se encontra num servidor de base de dados remoto. Para o efeito, desenvolveu-se uma aplicação para este terminal móvel de forma a interagir com o utilizador permitindo-o fazer estas operações.

Para além disto foi, ainda, desenvolvida uma aplicação *Web* que interage directamente com a base de dados central e que incorpora as capacidades e as funcionalidades necessárias à implementação das estratégias de gestão a adoptar.

A ubiquidade desta solução deve-se ao facto da aplicação estar desenvolvida sobre uma plataforma *Web* e por a base de dados permitir o acesso remoto. Desta forma a solução pode ser implementada em várias unidades fabris do Grupo Simoldes utilizando sempre a mesma interface *Web*.

O desenvolvimento deste projecto traz consigo outros desafios, nomeadamente:

- Estudo da aplicabilidade da tecnologia RFID no ambiente industrial identificado;
- Análise da viabilidade da tecnologia RFID no melhoramento da identificação, localização e rastreabilidade, gestão da utilização e controlo do fluxo associado às ferramentas e equipamentos de produção;
- Desenvolvimento de um sistema protótipo capaz de simular a identificação, a gestão da utilização e o controlo dos fluxos associados às ferramentas e equipamentos de produção;
- Gestão da localização das ferramentas e equipamentos de produção.

A lista seguinte enumera, resumidamente e a título introdutório, uma série de funcionalidades e características desta solução que a seguir serão apresentadas em maior detalhe:

- Pesquisa/localização de ferramentas e equipamentos:
 - Através da aplicação *web* (localização visualizada em forma textual e gráfica, através da representação gráfica das instalações fabris num mapa);
 - Através da Unidade portátil de Leitura RFID;
- Visualização de Informação (características) sobre as ferramentas e equipamentos:
 - Através da aplicação *web*:
 - Visualização da informação referente a cada ferramenta e equipamento;
 - Visualização da interdependência entre as diversas ferramentas e equipamentos;
 - Através da Unidade portátil RFID:
 - Leitura da informação relativa ao meio de produção existente na Etiqueta RFID;
- Manutenção das ferramentas e equipamentos:



- Histórico de cada molde;
- Possibilidade de inserção de relatórios de manutenção;

Esta funcionalidade foge, um pouco, dos objectivos enquadrados no âmbito da rastreabilidade e da gestão da localização, no entanto foram funcionalidades que foram pedidas por parte da Simoldes que fossem desenvolvidas.

- Administração do Sistema:
 - Criação e edição de meios de produção;
 - Criação de Projectos, Fabricantes, Clientes;
 - Criação de utilizadores;
- Suporte tecnológico do sistema:
 - O sistema é desenvolvido sob uma plataforma *Web* permitindo o acesso remoto a todos os utilizadores autorizados (possuidores de um Login e password);
 - Perfis pré-definidos:
 - Administrador do Sistema;
 - Utilizador Geral, apenas com permissão de visualização, consultas e registo de novas localizações;
 - Utilizador da Manutenção, com as permissões de Utilizador Geral mais a possibilidade de aceder às funcionalidades relativas à consulta e registo de acções de manutenção às ferramentas e equipamentos.

VI. RFID – Estado de Arte

VI.1. Introdução

RFID (do anglo-saxónico *Radio Frequency Identification*) é uma tecnologia emergente, consensualmente considerada como uma das tecnologias mais promissoras e de referência para o futuro.

Os sistemas RFID são sistemas automáticos de identificação, que usando sinais de rádio-frequência propiciam a identificação e localização automática de aparelhos portadores de informação, designados por *tags* RFID. Estas *tags* podem ser detectadas remotamente por um leitor utilizando ondas de rádio-frequência sem haver necessidade de linha de vista entre o leitor e as *tags*, pois as ondas de rádio-frequência atravessam praticamente quase todos os tipos de materiais sólidos.

Esta tecnologia, embora só agora esteja a adquirir maior amplitude, já possui mais de 60 anos de existência, tendo sido já utilizada uma tecnologia muito parecida durante a II Guerra Mundial para identificar quais os aviões pertencentes às forças aliadas.

A tecnologia RFID teve, inicialmente, como grande potencial o rastreio e monitorização de bens e mercadorias. No entanto, esta tecnologia tem evoluído num universo de aplicações muito mais alargado, tais como, a optimização de processos logísticos, a optimização e automatização da cadeia de abastecimento, sistemas de segurança e protecção contra a contrafacção, controlo de temperatura e pressão.

De acordo com um estudo efectuado pela *AMR Research*, a evolução desta tecnologia pode ser caracterizada em três fases: a fase pioneira, a fase de crescimento e a fase de adopção generalizada. Encontramo-nos, neste momento, no início da segunda fase, e por este motivo, há neste momento várias empresas à descoberta de novas aplicações da tecnologia de forma a criar valor ao seu negócio.

Para que seja alcançada a terceira e última fase evolutiva da tecnologia é necessário que ainda muita coisa suceda, tais como a estabilização e uniformização de *standards*, definição de arquitecturas, protocolos, frequências operativas, etc. A regularização das normas fará aumentar a produção e o custo associado a esta tecnologia baixará. No entanto, existem outros factores

que necessitam de ser ultrapassados para a melhoria da performance desta tecnologia, como por exemplo; a absorção das frequências por líquidos e a reflexão nos metais que provocam dificuldades de comunicação em determinados produtos/ ambientes; e aceitação da tecnologia por parte dos consumidores para que não existam receios relativos a questões de privacidade, saúde e problemas ambientais.

VI.2. Equipamento

A tecnologia RFID é constituída por diversos tipos de equipamentos, os quais são brevemente explanados neste capítulo.

VI.2.1. Tags

As *tags* RFID são a parte da tecnologia que é acoplada ao material que se pretende identificar, controlar e/ ou monitorizar. As *tags* são pequenos *chips* que se podem encontrar com diferentes formatos, encapsulamentos, dimensões e peso.

Existem três tipos de *tags*: passivas, activas e semi-passivas.

VI.2.1.1. Tags Passivas

As *tags* passivas são *tags* que apenas são activadas por via da potência emitida pelas antenas RFID. Este tipo de *tags* não possui qualquer tipo de alimentação própria, ela reaproveita a potência RF emitida pela antena para alimentar o circuito integrado CMOS e responder, transmitindo informação. Para que as *tags* passivas funcionem é necessário que estas estejam na zona de leitura de pelo menos uma antena RFID e que o *reader* RFID seja capaz de transmitir a energia RF necessária para o estabelecimento da comunicação. A esta técnica chama-se *Backscatter*.

Actualmente este tipo de *tags* caracteriza-se por possuírem um identificador único e uma memória não volátil, do tipo EEPROM, para armazenamento de dados. Devido à ausência de bateria, este tipo de *tags* apresentam dimensões e custos mais reduzidos comparativamente com as *tags* activas.

VI.2.1.2. Tags Activas

As *tags* activas, ao contrário das passivas, possuem bateria e um circuito rádio que lhes permite transmitir o próprio sinal para o *reader*, e não necessitam de reaproveitar a energia emitida pelas antenas para estabelecer comunicação.

Este tipo de *tags* caracteriza-se por conseguir uma maior alcance de comunicação (actualmente até algumas dezenas de metros) comparativamente com as *tags* passivas. No entanto, o tempo de vida deste tipo de equipamento é mais reduzido, necessitando de manutenção, nomeadamente a substituição da bateria; apresentam dimensões e custos superiores quando comparado com o tipo de *tags* apresentado no ponto anterior.

As *tags* activas apresentam ainda outras vantagens muito aliciantes derivadas da sua autoalimentação, tais como a monitorização e controlo independente, iniciativa própria no estabelecimento de comunicações e capacidade de efectuar diagnósticos.

VI.2.1.3. Tags Semi-Passivas

As *tags* semi-passivas acomodam características e vantagens tanto das *tags* activas como das passivas.

Este tipo de *tags* possui, tal como as activas, bateria para a sua autoalimentação e autonomia para comunicação, possuem alcances de comunicação muito próximos das *tags* activas. Contudo, este tipo de *tags*, ao contrário das activas, não estão constantemente activas, só ficam activas quando recebem energia emitida por antenas RFID, ou seja, utilizam a técnica *Backscatter* tal como as *tags* passivas. Este factor torna este tipo de equipamento mais económico do que o equipamento activo.

VI.2.1.4. Tags Activas vs Tags Passivas

As vantagens e desvantagens das *tags* activas e passivas, estão resumidamente apresentadas na seguinte tabela.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens do RFID activo e passivo

Etiquetas	Características Comuns	Vantagens	Desvantagens	Factores críticos
Activa	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade de guardar mais informação nas <i>tags</i> do que apenas o ID do produto; - Possibilidade de actualização da informação contida na <i>tag</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior alcance de transmissão; - Não existe a necessidade de intervenção humana no processo de rastreabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Maiores dimensões que o restante tipo de <i>tags</i>. - Tempo de vida da <i>tag</i> condicionado ao tempo de vida da bateria. - Custo elevado quando comparado com as <i>tags</i> passivas 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo - Dimensões - Tempo de vida
Passiva	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada robustez do material perante condições adversas: Variações de temperatura; Existência da humidade; Sujidade (Óleo, poeira, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Custo do Material; - Não tem bateria. O tempo de vida das <i>tags</i> é substancialmente superior quando comparado com as <i>tags</i> activas 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor alcance de transmissão quando comparado com <i>tags</i> activas; - Necessidade de intervenção Humana no processo de rastreabilidade do produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Imposição de procedimentos práticos

VI.2.1.5. Frequência das Tags


A Sybase apresenta a seguinte tabela onde identifica as diferentes gamas de frequência de operação da tecnologia RFID, apresentando as vantagens e contrapartidas de cada uma das gamas apresentadas e as aplicações típicas para cada uma das situações.


Tabela 2 - Vantagens e desvantagens das diversas gamas de operação do RFID

Banda de Frequência	Vantagens	Desvantagens	Aplicações Típicas
100 – 500 kHz	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo - Melhor penetração em objectos não Metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo a médio alcance de leitura - Velocidade de leitura baixa 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlo de acessos - Controlo de inventário
10 - 15 MHz	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo a médio alcance de leitura - Velocidade de leitura média 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta custos superior às da banda inferior 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlo de acessos - Smart Cards
850 – 950 MHz	<ul style="list-style-type: none"> - Alto alcance de leitura - Velocidade de leitura alta 	<ul style="list-style-type: none"> - É necessário linha de vista - Dispendioso 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de veículos e sistemas de controlo de entradas
2,4 - 5,8 GHz	<ul style="list-style-type: none"> - Alto alcance de leitura - Velocidade de leitura alta 	<ul style="list-style-type: none"> - É necessário linha de vista - Dispendioso 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de veículos e sistemas de controlo de entradas - Geração 802.11 de WLAN

Em seguida, é apresentada uma figura que ilustra o comportamento de determinados materiais quando expostos a diferentes tipos de espectros de frequências.

Material	LF	HF	UHF	Microondas
Roupa	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF
Madeira seca	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF	Absorve RF
Grafite	Reflector de RF	Reflector de RF	Opaco à RF	Opaco à RF
Líquidos	Reflector de RF	Reflector de RF	Absorve RF	Absorve RF
Metais	Reflector de RF	Reflector de RF	Opaco à RF	Opaco à RF
Óleo de motor	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF
Produtos de papel	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF
Plástico	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF	Reflector de RF
Água	Reflector de RF	Reflector de RF	Absorve RF	Absorve RF
Madeira húmida	Reflector de RF	Reflector de RF	Absorve RF	Absorve RF

Absorve RF 

Opaco à RF 


Reflector de RF 

Figura 12- Propriedades de materiais em relação aos espectros

VI.2.2. Readers

Os *readers* RFID são os equipamentos utilizados para ler, escrever e interpretar *tags* RFID. É através das antenas ligadas aos *readers* que é efectuada a comunicação. O *reader* envia às

antenas a energia suficiente para que estas transmitam as ondas rádio necessárias para que se efectue a comunicação com as *tags* RFID que estão presentes na zona de leitura. São também os *readers* que traduzem os sinais recebidos pelas antenas enviados pelas *tags* e que possuem informação.

Este tipo de equipamentos são caracterizados pela sua frequência de operação, a sua mobilidade e as interfaces de comunicação e *firmware* que possui.

Quanto à mobilidade, os *readers* podem ser classificados como fixos, móveis e manuais. Os *readers* fixos são aqueles que, geralmente, são utilizados, por exemplo, em plataformas de carga, pátios de entrada/ saída. Os *readers* móveis são aqueles que podem ser movimentados, por exemplo, em empilhadores e outros veículos. Os *readers* manuais são equipamentos que são facilmente manuseados e utilizados por humanos, tipicamente acoplados a um computador móvel e/ ou PDA.

É através do *firmware* do *reader* que se consegue configurar este equipamento, acessível num IP via browser. São estas configurações que se colocam os equipamentos a funcionar de acordo com os pré-requisitos e necessidades do utilizador final, tais como: permissões aos utilizadores; aplicação de filtros na leitura de *tags* e nas gamas de frequência utilizadas; configuração das antenas acopladas aos *readers*; visualização de *logs*; controlo de erros; definição de eventos detectáveis; etc.

VI.2.3. Antenas

As antenas são os equipamentos, conforme já foi explicado anteriormente, que fazem a interligação entre os *readers* e as *tags*, possibilitando a comunicação entre ambos.

VI.3. Soluções e Aplicações

Nos últimos anos têm surgido inúmeras soluções e aplicações que utilizam a tecnologia RFID por forma a dar resposta às diversas necessidades e desafios dos investidores e clientes finais destas soluções.

Segundo um estudo efectuado ao mercado pela Sybase (2006) indica que, para este tipo de soluções, a escolha de equipamentos passivos prevalece sobre a activa. Contudo, indicadores apontam para um rápido crescimento da utilização de equipamento activo.

Segundo o mesmo estudo, a maior percentagem de aplicações que utilizam RFID recai sobre sistemas de controlo de acessos e identificação pessoal, no entanto, o controlo de bens e aplicações de logística são o tipo de aplicações mais promissoras. Não considerando com as ideias inovadoras e interessantes que estão surgindo, e que certamente irão despoletar brevemente, esperam-se crescimentos consideráveis da utilização de RFID nos seguintes tipos de aplicações:

- Gestão da cadeia de abastecimento;
- Controlo de inventário;
- Controlo de acesso de veículos;
- Identificação e controlo de documentos;
- Rastreio de animais;
- Rastreio de produtos farmacêuticos;
- Rastreio de pacientes e equipamentos em unidades de saúde;
- Sistemas de anti-contrafacção;
- Segurança alimentar.

Os principais motivos que levaram à adopção da tecnologia RFID, segundo o mesmo estudo, foram: o aumento da segurança e da visibilidade dos bens, aumento da velocidade de operação e da integridade da informação e a redução dos custos de operação e de inventário.

VI.3.1. Logística e Distribuição

A *Wall-Mart* foi, sem dúvida, um dos principais impulsionadores da utilização da tecnologia RFID. Esta grande cadeia norte-americana exigiu que todos os seus fornecedores colocassem *tags* quer nas paletes, quer nos produtos, com vista um maior controlo de inventário, reduzindo, desta forma, lacunas ao nível do *stock* e o excesso do mesmo, e o crescimento de qualidade de serviço aos seus clientes.

Esta medida teve tanto sucesso que, neste momento já não há necessidade de exigir aos fornecedores para aderirem à tecnologia, pois eles próprios tomam iniciativa de o fazer e a implementar os seus próprios sistemas. Um grande exemplo disso foi a Ford.

Segundo uma experiência que a própria *Wall-Mart* fez, as vantagens da adopção da tecnologia RFID são muito claras na gestão de inventário, pois a duração do inventário diminuiu drasticamente de 4 horas para 45 minutos, devido à utilização de *tags* activas nos veículos que efectuem as entregas. Outras vantagens são a automatização e redução de custos com o pessoal e o melhoramento da experiência dos clientes do retalhista, devido ao detalhe e à actualização da informação que lhe é prestada.

Outra aplicação revolucionária foi a utilização da tecnologia RFID para a criação do conceito de um supermercado inteligente. Esta ideia – *Future Store* – foi implementada na Alemanha pelo grupo METRO.

Esta ideia consistia basicamente em dotar o carrinho de compras de um pequeno computador com *touch-screen* e com um leitor acoplado designado por PSA (*Personal Shopping Assistant*). O principal objectivo desta aplicação é prestar um melhor serviço aos seus clientes, cumprimentando-o pelo seu nome, listando a sua lista de compras, visualizando o preço dos produtos quando o cliente efectua uma leitura de um produto, actualizando o somatório da despesa, promovendo ofertas e promoções e optimizando o processo de pagamento.

Em Singapura, *Republic Polytechnic* e *SembCorp Logistics* desenvolveram uma solução utilizando tecnologia RFID activa para gerir e monitorizar a temperatura de vinho de primeira qualidade, desde que é engarrafado até à sua venda ao cliente final, com vista à satisfação do consumidor assegurando a qualidade do produto comprado.

Outra situação em que claramente se verifica a potencialidade da tecnologia RFID, foi a substituição, por parte da *Staples* e de alguns seus fornecedores, dos códigos de barras por RFID UHF passiva antecipando as entregas e reduzindo o tempo gasto no processamento dos pedidos de transporte nos centros de entrega.

VI.3.2. Saúde e Indústria Farmacêutica

A *VeriChip* foi a primeira empresa integradora da tecnologia RFID que obteve licença da FDA (*Food and Drugs Administration*) e a patentear *tags* implantáveis em seres humanos.

Esta empresa desenvolveu, entre outras aplicações: *VeriMed* para identificação de pacientes; *Hugs* para a constante monitorização e localização de recém-nascidos; *HALO* para suprir erros pós-parto, como por exemplo a troca de recém-nascidos devido à errada identificação dos bebés;

Roam Alert e *WatchMate* que controlar acessos e detectar intrusos; *VeriGuard* para controlo e identificação de pessoas através da implantação de *chips* em seres humanos; *VeriTrace* utilizada em gestão de catástrofes, como por exemplo, foi utilizada para identificar mais facilmente as vítimas da catástrofe provocada pelo Katrina.

A *Pfizer* utiliza, actualmente, tecnologia RFID para controlar os lotes de *Viagra*, de forma a diminuir a contrafacção deste medicamento e aumentar a segurança dos pacientes.

Um hospital italiano, *Ospedale Maggiore*, tem vindo a usar RFID para associar sacos de sangue a pacientes. É atribuída uma pulseira, que contém uma *tag* RFID, aos pacientes que, conectada a um PDA, indica informações acerca do paciente (por exemplo o grupo sanguíneo) e desta forma otimizar a escolha e a validação do saco de sangue a utilizar para o paciente em questão.

VI.3.3. Controlo de acessos e bens

A FAA (*Federal Aviation Administration*) dos E.U.A. utilizou RFID para identificação de infraestrutura subterrânea no aeroporto de Atlanta, enterrando identificadores RFID para identificar as localizações onde se podem, por exemplo, encontrar cablagens.

A *TekVet* utiliza a tecnologia RFID para controlar animais em tempo real. Para além do rastreio do gado, esta solução permite, também, controlar a temperatura dos animais, de forma a identificar doenças mais rapidamente, e a proceder à melhor solução.

O parlamento sueco também adoptou a tecnologia RFID para aumentar a mobilidade dos seus deputados, de forma a agilizar a sua participação em debates e em votações. O cartão utilizado nesta solução também funciona para o acesso, com segurança, aos edifícios governamentais.

VI.3.4. Outras Soluções

Outras áreas têm começado a utilizar, igualmente, a tecnologia RFID, como por exemplo na segurança e combate à pirataria informática, no desporto, em cartões bancários, em soluções biométricas, em materiais dieléctricos, em ambientes de elevada temperatura, ambientes industriais, etc.

VII. SGMP - Sistema de Gestão de Meios de Produção (Desenvolvimento)

Este capítulo apresenta os passos do desenvolvimento técnico de todos os blocos funcionais do sistema. Nesta situação, entende-se por blocos funcionais o mecanismo de identificação utilizando a tecnologia RFID, a Base de Dados, a aplicação *Web* e a aplicação desenvolvida para o terminal móvel responsável por fazer de elo de ligação entre os equipamentos RFID e a Base de Dados.

Inicialmente começa-se por enunciar os requisitos que foram identificados junto dos potenciais utilizadores e por uma listagem das principais funcionalidades desenvolvidas na aplicação *Web* a fim de dar respostas a este conjunto de requisitos. De seguida é apresentada a Base de Dados de suporte a todo o sistema e finalmente as funcionalidades desenvolvidas na aplicação do terminal móvel e a forma como interage com o equipamento RFID. Para este último também são indicadas as especificações mais técnicas do funcionamento do equipamento utilizado.

VII.1. Levantamento de requisitos


De forma a implementar o *SGMP – Sistema de Gestão de Meios de Produção* foram identificadas as seguintes condições e pré-requisitos, junto da Simoldes Plásticos:

- Devem ser rastreados quatro meios de produção:
 - Moldes;
 - Periféricos – equipamentos e ferramentas que efectuem uma determinada função sobre as peças finais (resultantes da operação de injeção de plástico no molde). Exemplos de Periféricos: maquinaria para efectuar colagem, estampagem, soldadura, pintura, etc;
 - Meios de Controlo – componentes, certificados pelo cliente, que confirma que a peça está de acordo com as especificações;
 - Mãos Presas – componente que retira a peça final do molde no fim da operação de injeção de plástico;
- Existe interdependência entre os vários meios de produção, nomeadamente:
 - Cada molde tem a si associados um ou mais periféricos, meios de controlo e mãos presas;

- Cada periférico está sempre associado a um molde mas pode estar associado a múltiplos moldes;
 - Cada mão presa só pode estar associada a um único molde;
 - Todos os meios de produção são identificáveis por um número único (no caso do molde) ou referência (nos restantes);
 - Os moldes entre os diversos atributos que o caracterizam possuem dois atributos que identificam a que projecto pertencem:
 - Projecto – designação que identifica o automóvel para o qual é produzido a peça desse projecto (no caso de se tratar da produção de componentes para a indústria automóvel);
 - Projecto SP – designação atribuída internamente pela Simoldes Plásticos, que identifica, inequivocamente, a peça produzida pelo molde;
- Relativamente a este ponto é importante destacar que cada Projecto pode ter associado a si vários Projectos SP mas cada Projecto SP só pode ter um Projecto como seu ascendente.
- Pretende-se guardar para cada molde o seu actual estado que é variável ao longo do tempo. Identificaram-se quatro estados distintos:
 - Produção – refere-se ao período em que o molde se encontra a produzir;
 - Armazenado – refere-se ao período em que o molde não está a ser utilizado para produzir;
 - Manutenção – refere-se ao período em que o molde está em manutenção preventiva e/ou curativa;
 - Transporte – refere-se ao período em que o molde está a ser transportado no exterior da Simoldes Plásticos para outra unidade fabril;
 - Todos os meios de produção têm uma localização num dado instante; porém, esta localização pode ser alterada e o histórico de localizações deve ser mantido, assim como a data e hora em que ocorreram essas alterações;
 - Todos os meios de produção têm um conjunto de atributos que os caracterizam; podem ainda ter anexados ficheiros de natureza diversa;
 - Relativamente ao módulo de manutenção:



- Pretende-se que o registo de manutenções seja um procedimento muito idêntico ao que já existe na fábrica (replicar no sistema, a ficha de manutenção do molde)(Figura 13);
- Cada meio de produção pode possuir diversos registos de manutenção, um para cada ocorrência;
- Cada molde pode produzir uma ou mais peças;

		MANUTENÇÃO DE MOLDES CHECK LIST				Departamento Manutenção	
Nº molde	Designação	Cliente	Qte prod	Data			
5771	COLL GRT ENCADREMENT G LUNETT	RENAULT	738	09-Fev-06			
Abrir o molde Colocar cavidade voltada para baixo		IMPORTANTE Refazer todas as fugas					
Verificar	Gripado Partido Enpcho Reparar Substituir Polimento Mudar versão Amassado Análise geral Rachados Má ligação Queimados	Verificado	Reparado	Substituído	Observações		
Verificar Macho							
<input checked="" type="checkbox"/>	Mov. Extracção	x	x	x			
<input checked="" type="checkbox"/>	Mov. accionados p/ guias	x	x				
<input checked="" type="checkbox"/>	Mov. accionados p/ hidráulicos	x	x				
<input type="checkbox"/>	Mov. accionados p/ molas	x	x	x			
<input checked="" type="checkbox"/>	Gravação			x	x		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sist. de refrigeração				x	x	
<input checked="" type="checkbox"/>	Placas de extração		x			x	
Verificar Sistema Hidraulico							
<input checked="" type="checkbox"/>	Referentes a extracção				x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Referentes aos movimentos				x	x	x
<input type="checkbox"/>	Referente a injeção				x	x	x
Verificar cavidade							
<input checked="" type="checkbox"/>	Cavidade				x		x
<input checked="" type="checkbox"/>	Textura				x	x	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sist. refrigeração			x		x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Guias dos movimentos	x	x				
<input checked="" type="checkbox"/>	Mov. accionados p/ hidráulicos	x	x	x		x	
<input checked="" type="checkbox"/>	Guias de fecho	x	x				
Verificar sistema de aquecimento / electrico							
<input checked="" type="checkbox"/>	Resistencias + fios				x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Micro-switch				x	x	x
<input checked="" type="checkbox"/>	Tornadas e suporte de ligação				x		
<input checked="" type="checkbox"/>	Segurança a extracção					x	
<input checked="" type="checkbox"/>	Bicos e manifold				x	x	x
TODOS OS ELEMENTOS VERIFICADOS DO MOLDE DEVEM SER LIMPOS E OS ELEMENTOS MOVES LUBRIFICADOS							
Observações:							

DFTP.069.02.0

Figura 13 - Ficha de manutenção do molde

VII.2. Descrição sucinta das funcionalidades implementadas

De seguida são apresentadas as funcionalidades mais relevantes desenvolvidas. Para as de maior interesse detalharei com a descrição do caso de utilização e com a apresentação do diagrama de actividades e interface gráfico.

É possível consultar em http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_utilizador.pdf o manual de utilização que foi escrito para dar apoio aos utilizadores desta aplicação. Nesta manual é possível saber quais os procedimentos necessários para determinada função e foi criado com grande detalhe de forma a responder a todas as dúvidas de utilização desta aplicação.

Para além das funcionalidades óbvias e básicas de *login* e *logout*, foram desenvolvidas funcionalidade de pesquisa, essenciais para uma eficiente utilização da ferramenta. Podem-se efectuar três tipos de pesquisas:

- Pesquisas por número ou referência: o utilizador pode pesquisar um molde pelo seu número ou pesquisar periféricos, mãos presas e meios de controlo pela sua referência;



Figura 14 - Interface apresentado quando o utilizador selecciona a opção Molde -> Pesquisar

- Pesquisas por localização: o utilizador pode pesquisar todos os meios de produção que estão numa dada localização, indicando qual a localização de pesquisa;

The screenshot shows the SIMOLDES PLÁSTICOS SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO interface. At the top, there's a navigation bar with tabs: Molde, Periféricos, Mãos Presas, Meios de Controlo, and a field for N° Molde. Below this, a search bar contains 'Início > Pesquisa'. The main section is titled 'PESQUISA POR MOLDE' and shows 'Seleccionado:1234'. A table displays search results for mold location, with columns: Número, Data do Último Registo, Unidade Fabril, Nave, Zona, and Estado. The first row is highlighted in yellow, showing mold number 1234, located at Unidade Fabril SP, Nave 4, Zona Manutenção, and Estado Armazenado. Other rows show mold numbers 1122, 1133, 2244, 2345, and 7845 with their respective details.

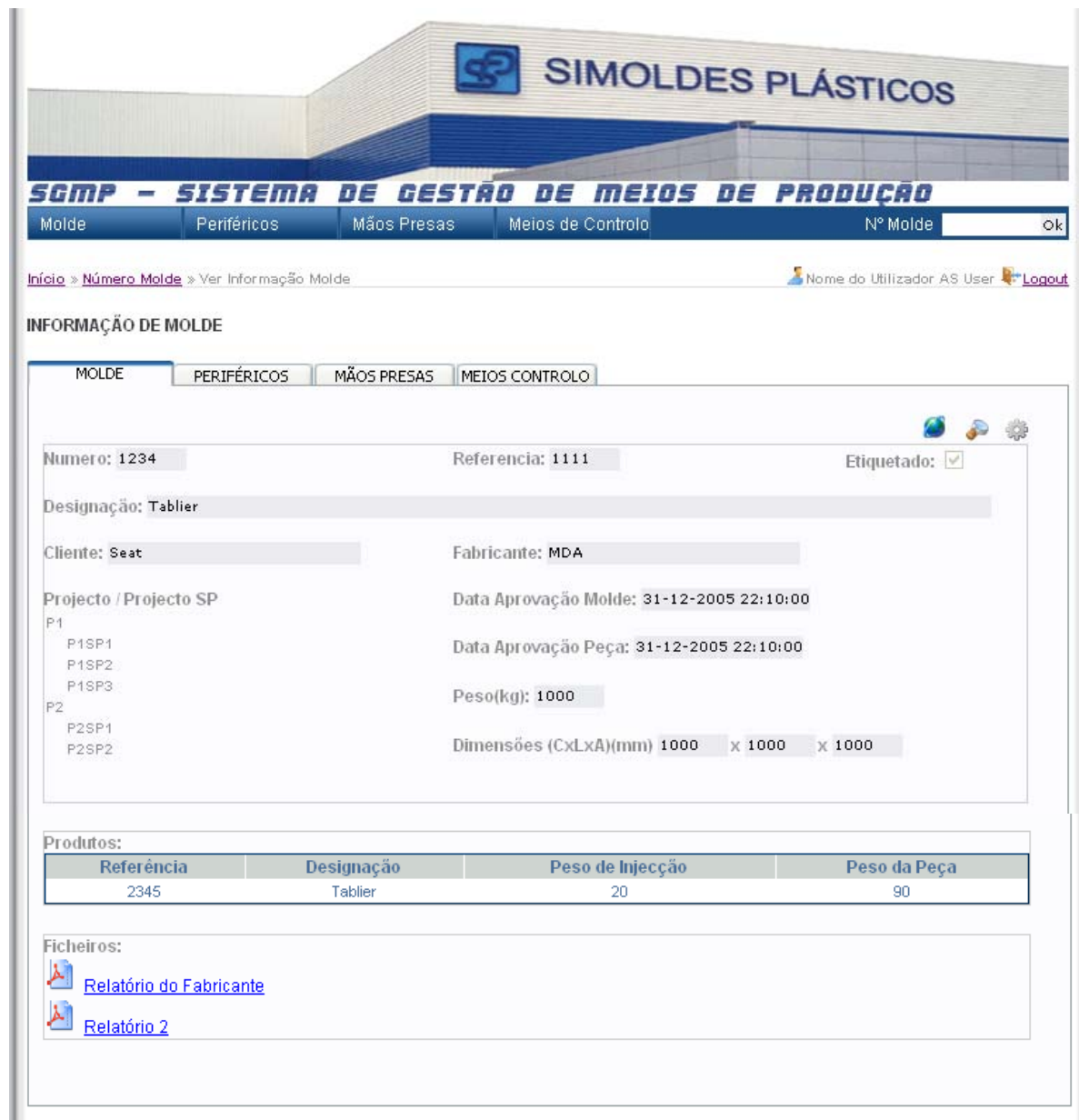
Número	Data do Último Registo	Unidade Fabril	Nave	Zona	Estado
1234	23-03-2006 13:12:36	SP	4	Manutenção	Armazenado
1122	03-03-2006 12:12:12	SP	2	GAP 1	Produção
1133	01-01-2006 10:00:00	SP	2	GAP 1	Produção
2244	12-12-2005 10:12:12	SP	3	GAP 1	Armazenado
2345	13-10-2004 11:11:11	SP	3	GAP 2	Produção
7845	12-12-2005 12:12:12	SP	2	GAP 1	Armazenado

Figura 15 - Resultado de uma pesquisa por Localização (todos os moldes que estão actualmente na Unidade Fabril SP)

- Pesquisas por características: o utilizador pode pesquisar todos os meios de produção que possuem determinadas características. Por exemplo na pesquisa de molde pode-se pesquisar indicando os seguintes atributos: Cliente, Fabricante, Projecto, ProjectoSP, Data de Manutenção, Peso e/ou Dimensões – qualquer combinação destas características é possível. No caso dos restantes meios de produção pode-se fazer pesquisas pela sua função e/ou fabricante;

O resultado de uma pesquisa é sempre apresentado no formato da Figura 15 indicando o número ou referêncida do meio de produção, a sua localização, a data e hora em que foi feito o registo dessa localização e o seu estado actual. O resultado de uma pesquisa é sempre acompanhado por um conjunto de *icons* que nos permite aceder a algumas funcionalidades relacionadas com o meio de produção seleccionado (da lista de resultados da pesquisa): Nomeadamente:

- Visualizar a informação associada ao meio de produção: visualizar toda a informação referente a um determinado meio de produção, nomeadamente as características, os ficheiros e os outros meios de produção a ele associados;



SIMOLDES PLÁSTICOS

SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO

Molde Periféricos Mãos Presas Meios de Controlo N° Molde

[Início](#) » [Número Molde](#) » Ver Informação Molde Nome do Utilizador AS User

INFORMAÇÃO DE MOLDE

MOLDE PERIFÉRICOS MÃOS PRESAS MEIOS CONTROLO

Numero: 1234 Referencia: 1111 Etiquetado: ☒

Designação: Tablier

Cliente: Seat Fabricante: MDA

Projecto / Projecto SP Data Aprovação Molde: 31-12-2005 22:10:00

P1 Data Aprovação Peça: 31-12-2005 22:10:00

P1SP1

P1SP2

P1SP3

P2 Peso(kg): 1000


P2SP1

P2SP2 Dimensões (CxLxA)(mm) 1000 x 1000 x 1000

Produtos:

Referência	Designação	Peso de Injecção	Peso da Peça
2345	Tablier	20	90

Ficheiros:

 [Relatório do Fabricante](#)


 [Relatório 2](#)

Figura 16 - Ver informação de um molde bem como os outros meios de produção a ele associados (em cada um dos separadores)

- Visualizar a localização do meio de produção: visualizar no mapa sua localização de um meio de produção na unidade fabril;

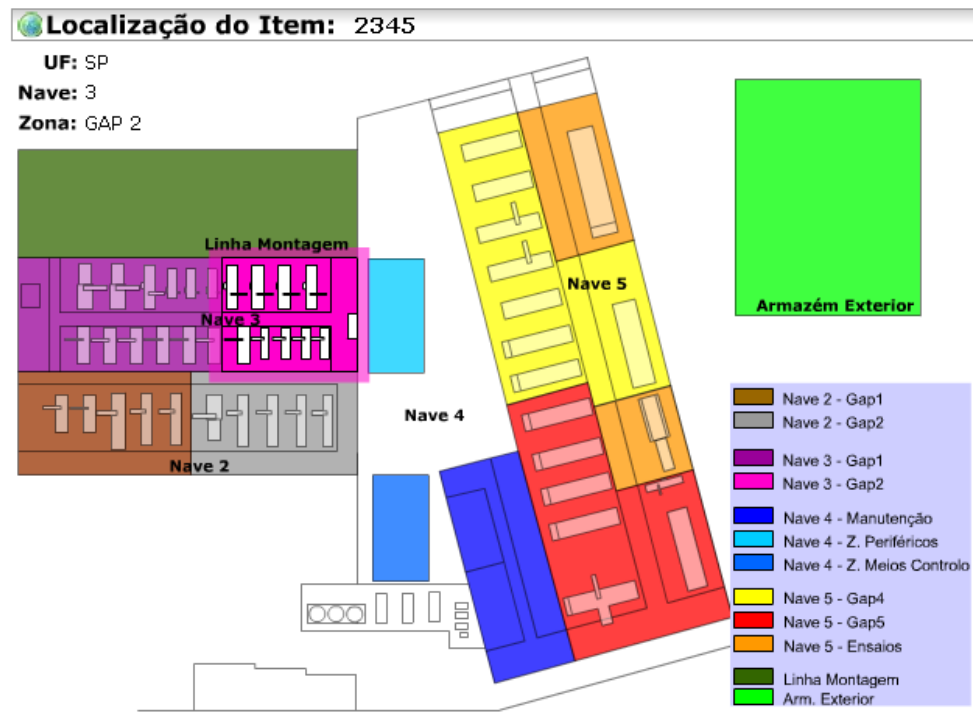


Figura 17 - Visualizar a localização de um meio de produção no mapa

- Visualizar o histórico de localizações e estados de um meio de produção: o utilizador pode visualizar o histórico do estado e localização do meio de produção bem como quando a transição de estados ocorreu. No caso dos periféricos, mãos presas e meios de controlo apenas é possível visualizar o histórico de localizações, uma vez que não se gere os estados para estes meios de produção;
- Imprimir os resultados obtidos da pesquisa;



SIMOLDES PLÁSTICOS

SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO

Molde | Periféricos | Mãos Presas | Meios de Controlo | N.º Molde

[Início](#) » Pesquisa Nome do Utilizador AS User

HISTÓRICO DO MOLDE: 1234

Estado Actual: 

Número	Data do Último Registo	Unidade Fabril	Nave	Zona	Estado
1234	23-03-2006 13:12:36	SP	4	Manutenção	Armazenado

Histórico:

	Data Inicial	Data Final	Número de Dias	Unidade Fabril	Nave	Zona	Estado
▶	23-03-2006 13:12:05	23-03-2006 13:12:36	0	SP	4	Manutenção	Manutenção
▶	23-03-2006 13:10:45	23-03-2006 13:12:05	0	SP	2	GAP 1	Armazenado
▶	23-03-2006 13:10:20	23-03-2006 13:10:45	0	SP	2	GAP 1	Produção
▶	23-03-2006 13:02:36	23-03-2006 13:10:20	0	SP	4	Manutenção	Transporte
▶	23-03-2006 13:01:32	23-03-2006 13:02:36	0	SP	0	Exterior	Transporte
▶	23-03-2006 13:00:49	23-03-2006 13:01:32	0	SPBr	0	Exterior	Transporte
▶	23-03-2006 12:59:46	23-03-2006 13:00:49	0	SP	2	GAP 2	Transporte
▶	02-01-2006 11:00:00	23-03-2006 12:59:46	80	SP	2	GAP 1	Produção

Figura 18 - Ver histórico de um meio de produção

- Visualizar histórico de manutenções dos meios de produção;



IDManutencao	Data	Número de Horas Reparação	Funcionário Responsável
58	22-03-2006 0:00:00	12	Joaquim Silva
57	22-03-2006 0:00:00	2	Joaquim Silva
56	22-03-2006 0:00:00	10	Joaquim Silva
51	22-03-2006 0:00:00	5	Manuel Matos
50	22-03-2006 0:00:00	10	António Pereira
49	22-03-2006 0:00:00	10	António Pereira
48	22-03-2006 0:00:00	10	António Pereira
54	19-03-2006 0:00:00	7	António Pereira
53	19-03-2006 0:00:00	7	António Pereira
52	19-03-2006 0:00:00	7	António Pereira
41	26-02-2006 0:00:00	2	Joaquim Silva
45	08-02-2006 0:00:00	2	António Pereira
44	12-05-2000 0:00:00	12	António Pereira
43	12-05-2000 0:00:00	12	António Pereira
42	12-05-2000 0:00:00	12	António Pereira
40	12-05-2000 0:00:00	12	António Pereira

Figura 19 - Ver histórico de manutenções do meio de produção

Quando visualizamos o histórico de manutenções de um determinado meio de produção podemos ainda visualizar a ficha de manutenção de um molde, preenchida aquando da ocorrência da mesma (Figura 20).

Quero ainda realçar que toda esta informação pode ser impressa. Os dados apresentados nas interfaces da aplicação são estruturados da melhor forma a serem impressos.




SIMOLDES PLÁSTICOS

SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO

Molde
Periféricos
Mãos Presas
Meios de Controlo
Nº Molde
Ok

[Início](#) » Pesquisa Por Nº de Molde
 Nome do Utilizador AS User [Logout](#)




SIMOLDES PLÁSTICOS

MANUTENÇÃO DE MOLDES

Departamento de
Manutenção

Nº Molde
1122

Data:
22-03-2006 0:00:00 

Nº Horas
2

Funcionário
Joaquim Silva 

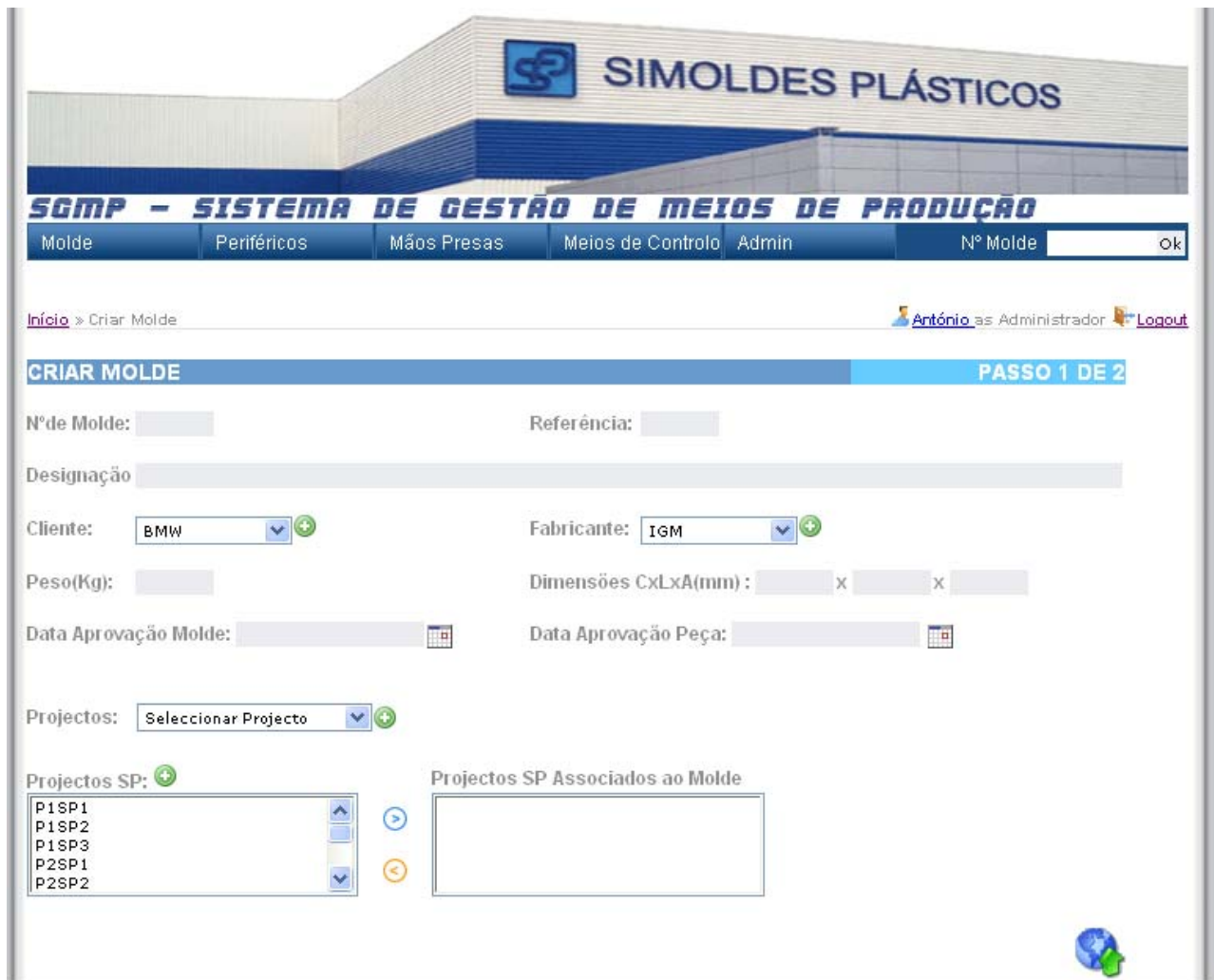
VERIFICAR	Gripado	Partido	Enpeno	Reparar	Substituir	Polimento	Mudar Versão	Amassado	Análise Geral	Rachados	Má Ligação	Queimados	Verificado	Reparado	Substituído	OBSERVAÇÕES
Verificar Macho																
Mov. Extração	X	X	X					X					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Mov. accionados p/ guias	X	X						X					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Mov. accionados p/ hidráulicos	X	X						X					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Gravação				X		X		X	X				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Sist. de refrigeração					X				X		X		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Placas de extração									X				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6
Verificar Sistema Hidráulico																
Referentes a extração									X	X	X		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7
Referentes aos movimentos									X	X	X		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8
Verificar Cavidade																
Cavidade						X			X				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
Textura								X	X				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10
Sist. refrigeração					X				X		X		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11
Guias dos Movimentos	X	X											<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12
Mov. Accionados p/ hidráulicos	X	X	X					X					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13
Guias de fecho	X		X										<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Verificar Sistema de aquecimento/ electrico																
Resistencias + fios						X			X				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Micro - switch								X	X				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomadas e suporte de ligação					X				X		X		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Segurança e extração	X	X											<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bicos e manifold	X	X	X					X					<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Observações:																

Figura 20 - Ver relatório de manutenção de um meio de produção

Ao nível da administração da aplicação é ainda possível:

- Adicionar Novo Utilizador ao sistema;

- Criar moldes, periféricos, meios de controlo e mãos presas;



SIMOLDES PLÁSTICOS

SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO

Molde Periféricos Mãos Presas Meios de Controlo Admin N° Molde

[Início](#) » [Criar Molde](#) António as Administrador [Logout](#)

CRIAR MOLDE PASSO 1 DE 2

N° de Molde: Referência:

Designação

Cliente: Fabricante:

Peso(Kg): Dimensões CxLxA(mm) : x x

Data Aprovação Molde: Data Aprovação Peça:

Projectos:

Projectos SP:

Projectos SP Associados ao Molde

Figura 21 - Criar Molde (Passo 1 de 2)



SIMOLDES PLÁSTICOS

SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO

Molde Periféricos Mãos Presas Meios de Controlo Admin N° Molde

[Início](#) > Criar Molde António as Administrador [Logout](#)

CRIAR MOLDE PASSO 2 DE 2

Produtos:

Ficheiros:

PERIFÉRICOS:

Periféricos existentes no sistema:

Periféricos Associados ao Molde

MÃOS PRESAS

Mãos Presas:

MEIOS CONTROLO:

Meios de Controlo existentes no sistema:

Meios de Controlo Associados ao Molde



Figura 22 - Criar Molde (Passo 2 de 2)

Figura 23 - Criar Periférico

- Criar clientes de moldes e fabricantes de moldes, periféricos, mãos presas e meios de controlo;
- Criar novas funções para periféricos, mãos presas e meios de controlo;
- Criar Projecto e Projecto SP;
- Adicionar produtos que estão associados aos moldes que os fabricam;

Figura 24 - Criar Produto

- Editar as características dos meios de produção;

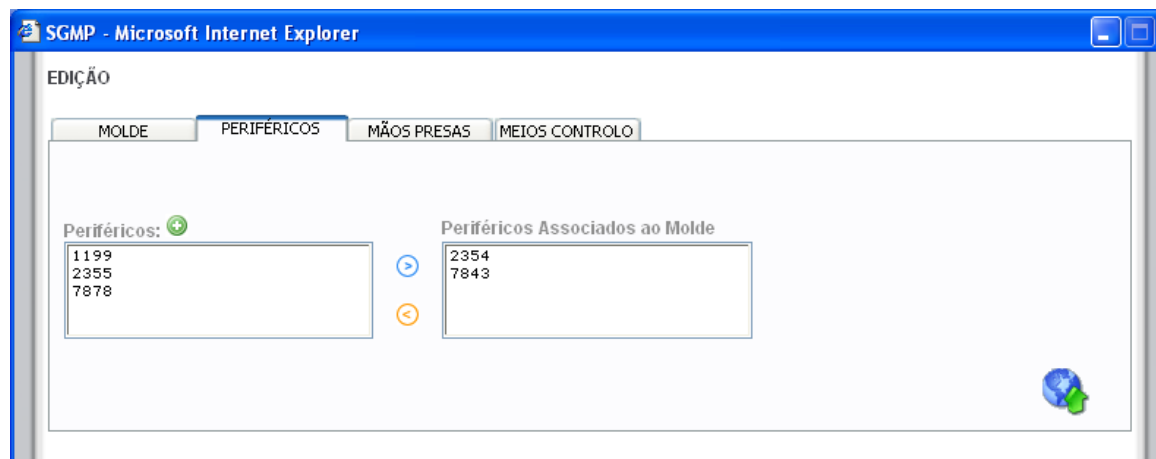


Figura 25 - Associar ou desassociar periféricos a um molde (durante o processo de edição dos seus dados)

De seguida apresento um diagrama de blocos e um diagrama geral de casos de uso. Depois, detalho os principais casos de uso seguido do respectivo diagrama de actividades.

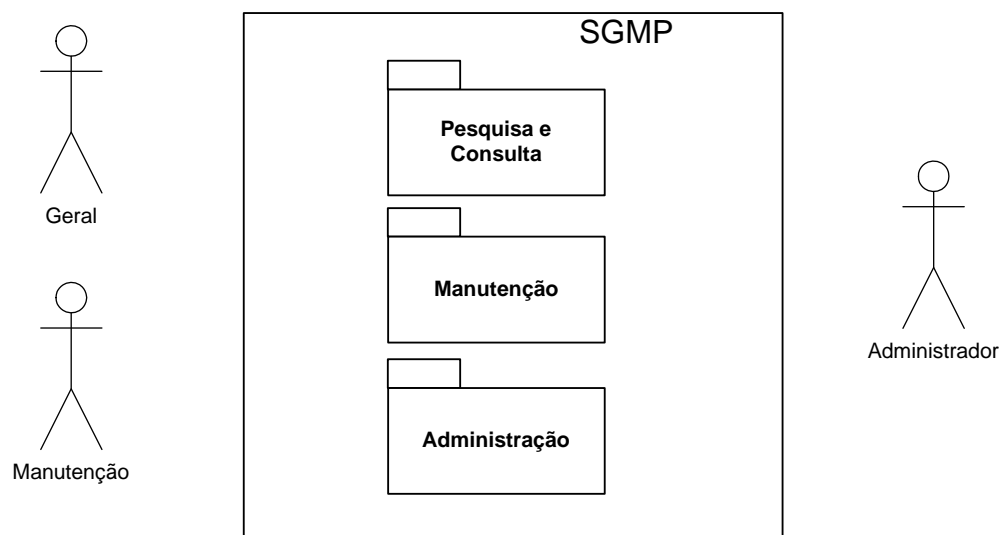


Figura 26 - Diagrama de Pacotes

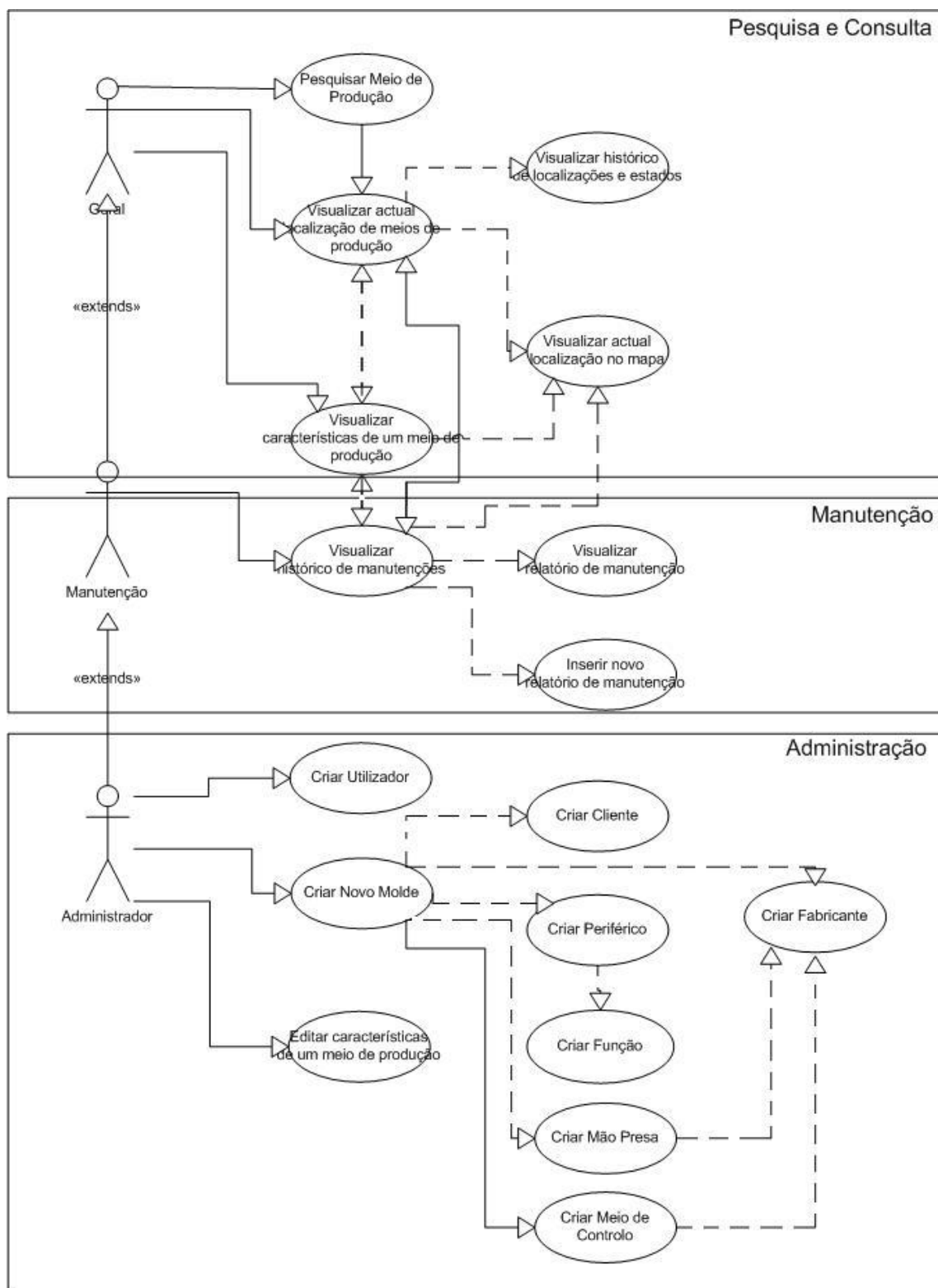


Figura 27 - Diagrama geral de casos de utilização

Tabela 3 - Detalhe do Caso de Utilização: Visualizar a actual localização de meios de produção

Nome:	C.U. 1: Visualizar a actual localização de meios de produção	
Actores:	Geral ou Manutenção ou Administrador	
Finalidade:	Visualizar a actual localização de meios de produção	
Pré-condições:	O actor estar autenticado no sistema	
Sumário:	O actor opta, no menu principal, qual o tipo de meio de produção que pretende consultar (molde, periférico, mão presa ou meio de controlo). Na opção pesquisa coloca os parâmetros de pesquisa e são lhe apresentado(s) o(s) meio(s) de produção que satisfaz(em) o(s) critério(s) de pesquisa introduzido(s).	
Sequência típica dos eventos		
	Acções dos actores	Respostas do sistema
	<div>1. O actor selecciona a opção <i>Pesquisa</i> do menu correspondente ao tipo de meio de produção que pretende pesquisar</div> <div>2. Introduz o número ou referência do meio de produção que se pretende</div> <div>A2.1 Selecciona a localização de onde pretende obter lista de meios de produção que lá se localizam</div> <div>A2.2 Indica as características conhecidas do meio de produção pretendido</div>	<div>3. É apresentado uma tabela com o meio de produção pretendido apresentando a localização actual e a data e hora da sua última movimentação</div>
Sequências alternativas		
Alternativa A2.1 Pesquisa de meios de produção por localização		
	<div>2.1.1 Selecciona a localização de onde pretende obter lista de meios de produção que lá se localizam</div>	<div>2.1.2 É apresentada uma lista de todos os meios de produção que se encontram na localização introduzida</div>
Alternativa A2.2 Pesquisa de meios de produção por características		
	<div>2.2.1 Indica a(s) característica(s) conhecida(s) do meio de produção pretendido</div>	<div>2.2.2 É apresentada uma lista de todos os meios de produção que possuem as características introduzidas</div>

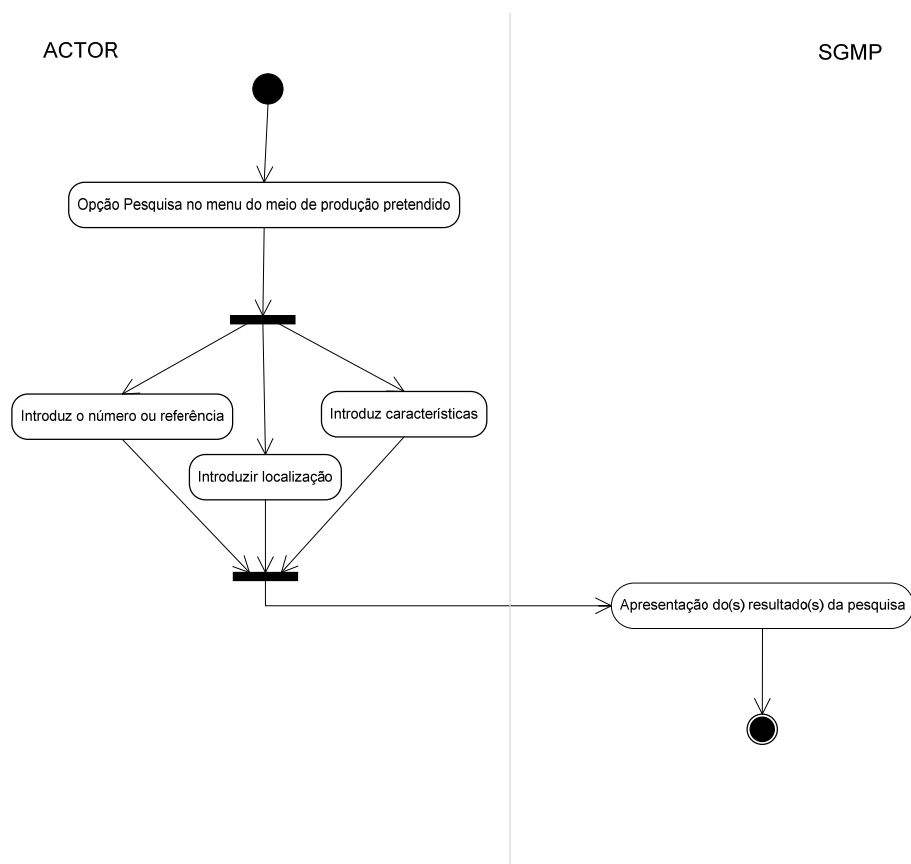


Figura 28- Diagrama de actividades do C.U. 1

Tabela 4 - Detalhe do Caso de Uso: Visualizar características de um meio de produção

Nome:	C.U. 2: Visualizar as características de um meio de produção	
Actores:	Geral ou Manutenção ou Administrador	
Finalidade:	Visualizar as características de um determinado meio de produção	
Pré-condições:	O actor estar autenticado no sistema	
Sumário:	O actor opta, no menu principal, qual o tipo de meio de produção que pretende consultar (molde, periférico, mão presa ou meio de controlo). Na opção <i>Ver Informação</i> colocar o número ou referência do meio de produção pretendido. Em alternativa é possível seleccionar um dos meios de produção resultantes de uma pesquisa (C.U.1) para visualizar as suas características.	
Sequência típica dos eventos		
	Acções dos actores	Respostas do sistema
1.	O actor selecciona a opção <i>Ver Informação</i> do menu correspondente ao tipo de meio de produção que pretende pesquisar.	
	A1.1 O actor selecciona um dos meios de produção apresentados por uma pesquisa	

Nome: C.U. 2: Visualizar as características de um meio de produção	
2. Introduce o número ou referência do meio de produção que se pretende	3. São apresentadas as características do meio de produção pretendido assim como as suas dependências com outros meios de produção
Sequências alternativas	
Alternativa A1.1 Visualizar as características de um meio de produção apresentado como resultado de uma pesquisa	
1.1.1 O actor selecciona um dos meios de produção apresentados por uma pesquisa	
1.1.2 Clica no ícon de <i>Ver Informação</i>	
	1.1.3 São apresentadas as características do meio de produção pretendido assim como as suas dependências com outros meios de produção.

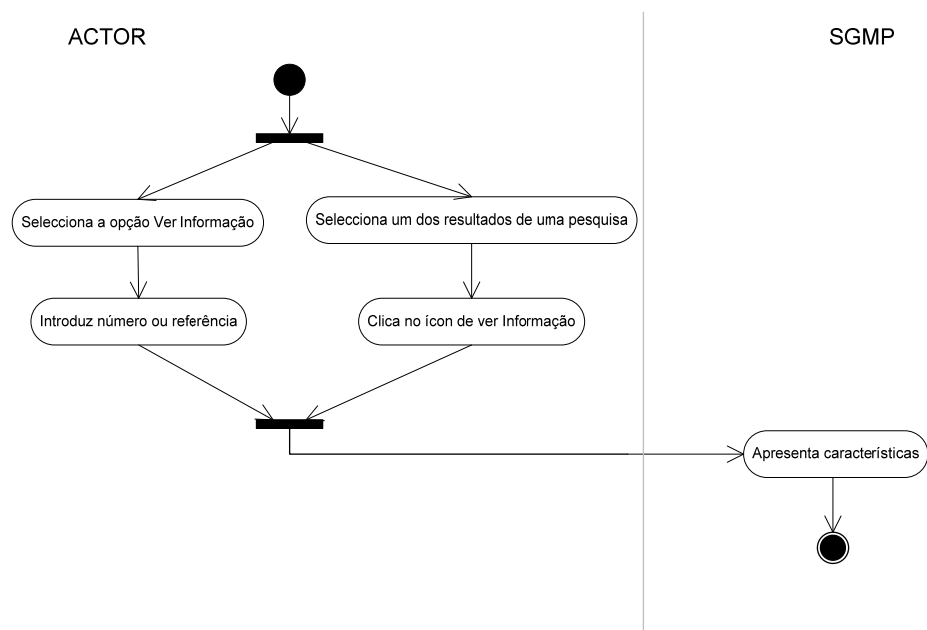


Figura 29 - Diagrama de actividades do C.U. 2

Tabela 5- Detalhe do Caso de Uso: Criar Molde

Nome:	C.U. 3: Criar Molde
Actores:	Administrador
Finalidade:	Criar molde
Pré-condições:	O actor estar autenticado no sistema com perfil de administrador
Sumário:	O actor selecciona a opção <i>Criar Molde</i> do menu <i>Admin</i> e introduz os dados relativos ao molde. Caso o cliente ou fabricante não exista na lista de clientes e fabricantes disponíveis o utilizador terá que criar. O mesmo acontece com o Projecto, Projecto SP, Produto, Periférico, Mão Presa e Meio de Controlo.
Sequência típica dos eventos	
Acções dos actores	Respostas do sistema
4. O actor selecciona a opção <i>Criar Molde</i> do menu <i>Admin</i> .	
5. Insere os dados gerais relativos ao molde	
6. Selecciona o Cliente	
A3.1 Cria Cliente	
7. Selecciona o Fabricante	
A4.1 Cria Fabricante	
8. Selecciona o Projecto	
A5.1 Cria Projecto	
9. Selecciona o(s) Projecto(s) SP	
A6. Cria Projecto SP	
10. Selecciona o(s) Produto(s)	
A7.1 Cria Produto	
11. Adiciona Ficheiros	
12. Selecciona os Periféricos	
A9.1 Cria Periférico	
13. Selecciona a Mão Presa	
A10.1 Cria Mão Presa	
14. Selecciona o(s) Meios de Controlo	
A11.1 Cria Meio de Controlo	
	15. Molde criado com sucesso
Sequências alternativas	
Alternativa A3.1 Criar Cliente	

Nome: C.U. 3: Criar Molde	
3.1.1 Cria Cliente	3.1.2 Cliente criado com sucesso
Alternativa A4.1 Criar Fabricante	
4.1.1 Cria Fabricante	4.1.2 Fabricante criado com sucesso
Alternativa A5.1 Criar Projecto	
5.1.1 Cria Projecto	5.1.2 Projecto criado com sucesso
Alternativa A6.1 Criar Projecto SP	
6.1.1 Cria Projecto SP	6.1.2 Projecto SP criado com sucesso
Alternativa A7.1 Criar produto	
7.1.1 Cria produto	7.1.2 Produto criado com sucesso
Alternativa A8.1 Criar periférico	
8.1.1 Cria periférico	8.1.2 Periférico criado com sucesso
Alternativa A9.1 Criar mão presa	
9.1.1 Cria mão presa	9.1.2 Mão Presa criada com sucesso
Alternativa A10.1 Criar Meio de Controlo	
10.1.1 Cria meio de controlo	10.1.2 Meio de Controlo criado com sucesso

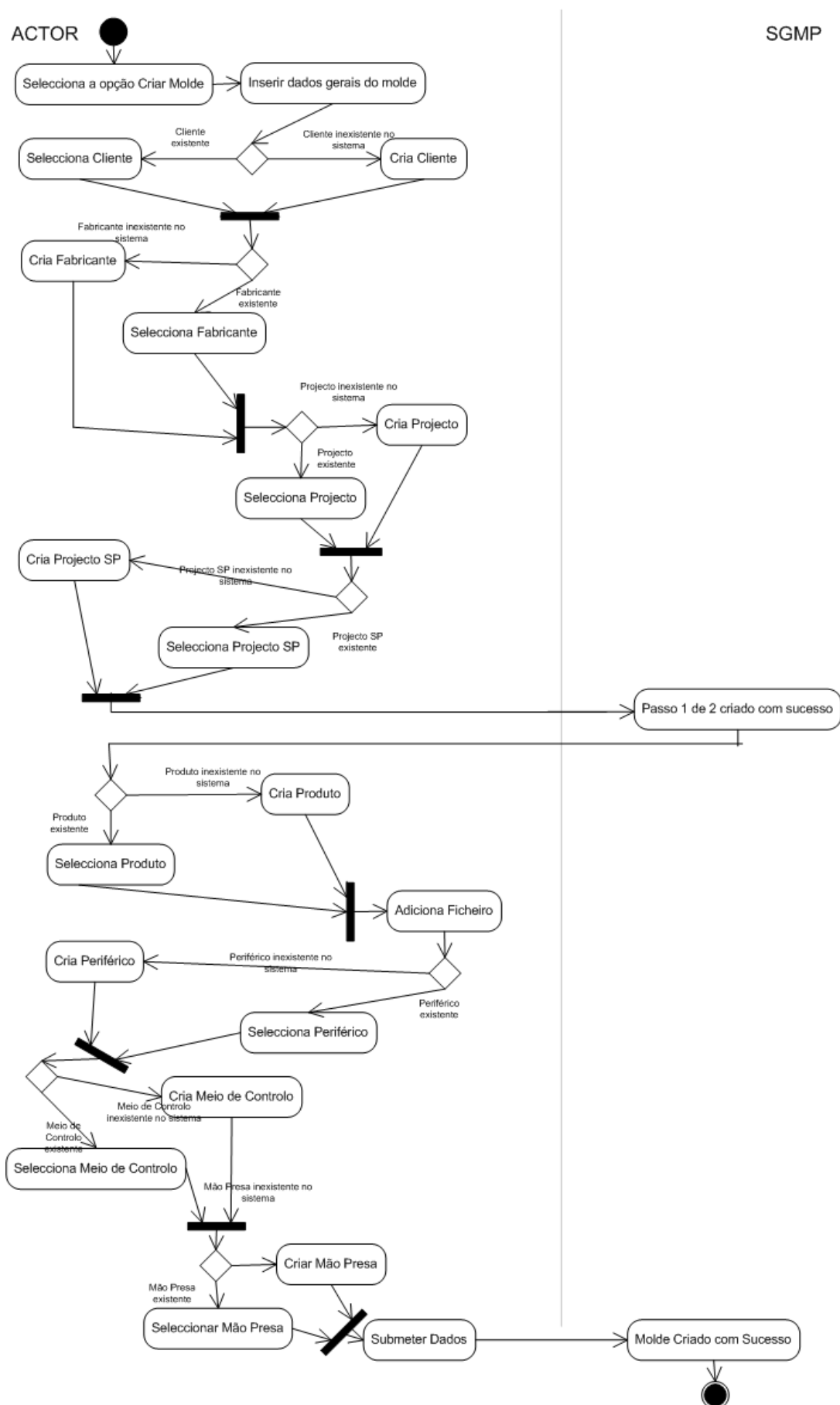


Figura 30- Diagrama de actividades do C.U. 3

VII.3. A base de dados

Tendo como base os requisitos e as funcionalidades descritas anteriormente, foi construída a base de dados.

A base de dados foi implementada em SQL (*Structured Query Language*), não só por ter sido um dos requisitos apresentados pela Simoldes mas também por permitir elevados níveis de funcionalidade, robustez, segurança, compatibilidade e *performance*.

A base de dados é acedida pelas aplicações do SGMP (aplicação *Web* e aplicação do terminal móvel) através de *stored procedures*. *Stored Procedures* são conjuntos de comandos em SQL que têm por objectivo a execução de uma determinada tarefa. Aceitam parâmetros de entrada e retornam os valores de saída pretendidos, incluindo um valor de status (para indicar aceitação ou falha na execução).

Foi criado um manual de interacção de base de dados onde consta uma listagem de todos os *stored procedures* desenvolvidos para esta base de dados. Nesta listagem de mais de duas centenas de *stored procedures* encontra-se o nome, a descrição, os parâmetros de entrada e os parâmetros de saída de cada um deles, de acordo com o exemplo apresentado abaixo. Esta listagem está organizada por grupos de funcionalidades: *stored procedures* associados à eliminação e alteração de dados; inserção; pesquisa; verificação; e de retorno de dados (excluindo os de pesquisa).

Exemplo de um registo deste manual:

Nome: spRetornarMaosPresasAssociadasMolde
Descrição: Retorna todas as mãos presas associadas ao molde
Parâmetros de Entrada: Número do molde
Saída: Referência, função e fabricante das mãos presas associadas ao molde

Este manual pode ser consultado, na sua íntegra, em
http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_InteracçãoBD.pdf.



VII.3.1. O modelo relacional da base de dados

Uma vez que a base de dados é formada por muitas tabelas, optou-se por mostrar uma vista geral e depois cada uma das partes em mais pormenor.

Na Figura 31 é apresentada a vista geral da base de dados mostrando as diversas entidades envolvidas e respectivos relacionamentos.

Nas figuras seguintes a base de dados é apresentada particionada, sendo possível, centralizando uma entidade de maior relevância, visualizar todos os relacionamentos a partir dessa mesma entidade e os atributos de todas as tabelas envolvidas nesses relacionamentos.

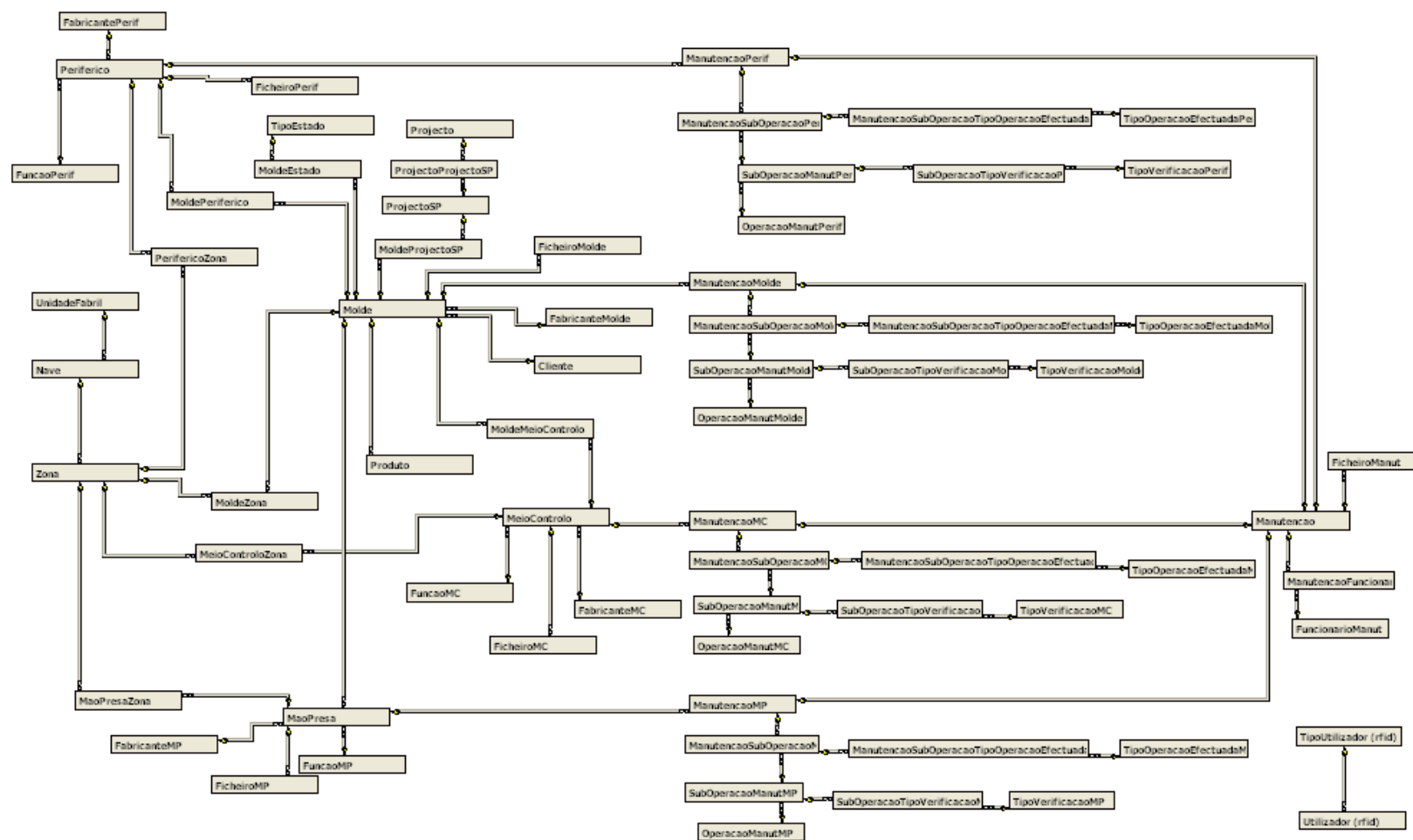


Figura 31 - Vista geral das tabelas da base de dados

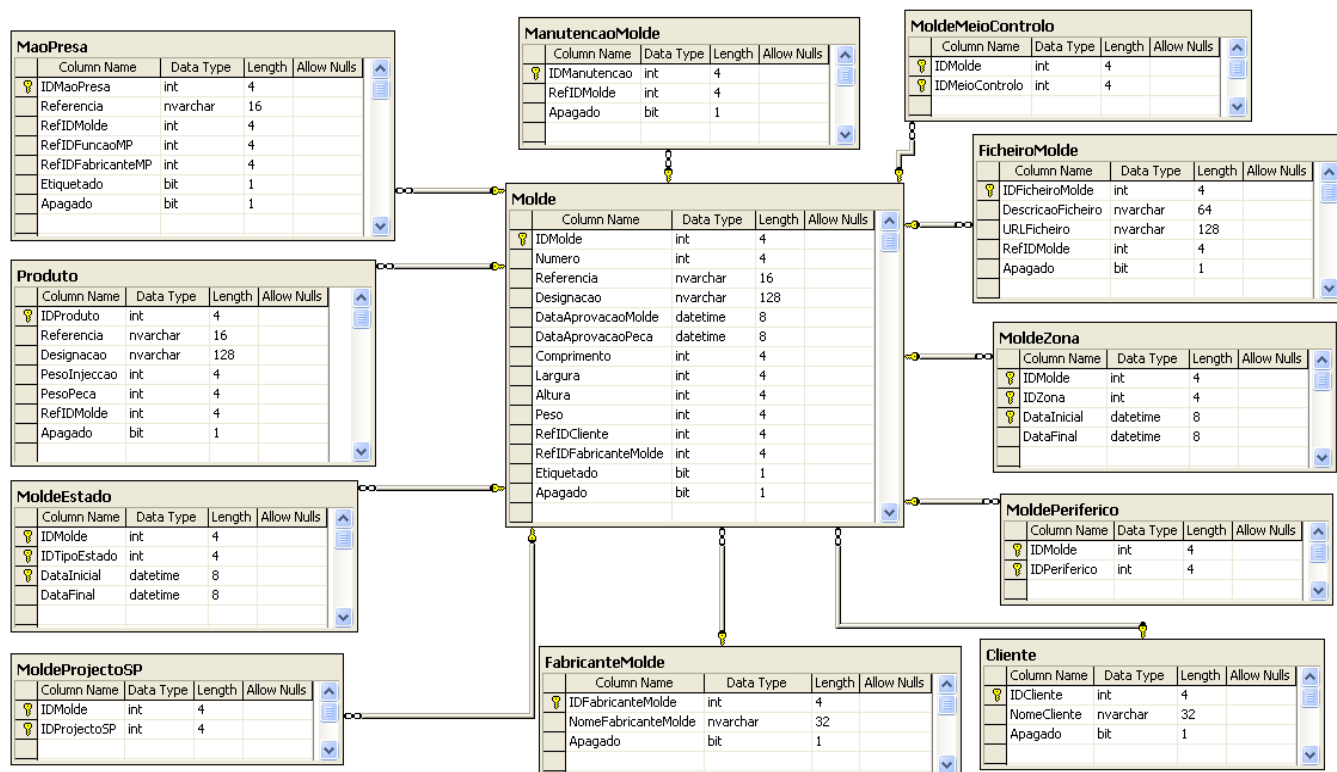


Figura 32 - Tabelas associadas à tabela Molde

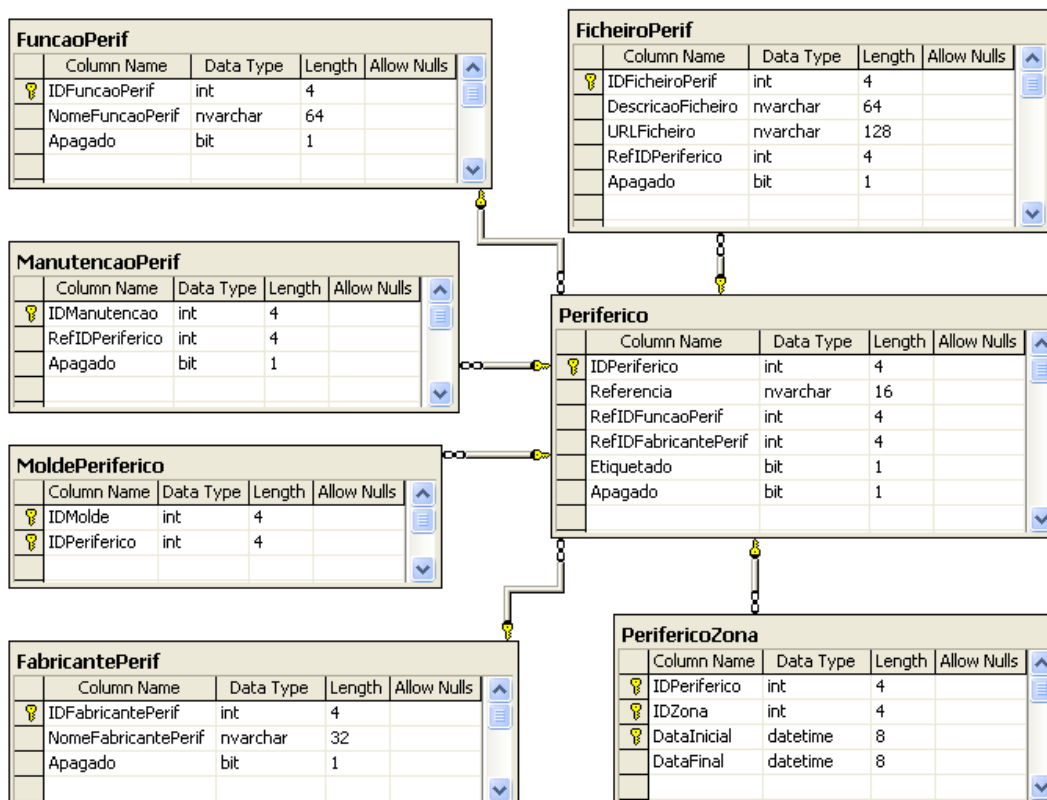


Figura 33 - Tabelas associadas à tabela Periférico

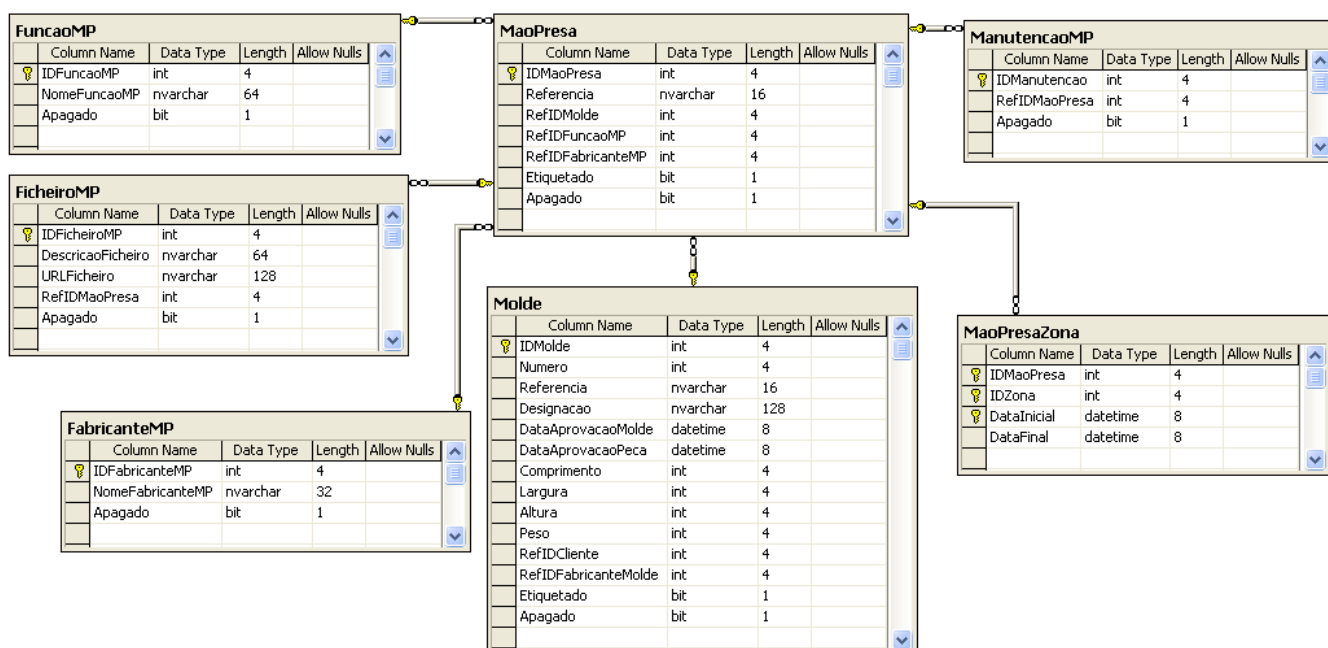


Figura 34 - Tabelas associadas à tabela Mão Presa

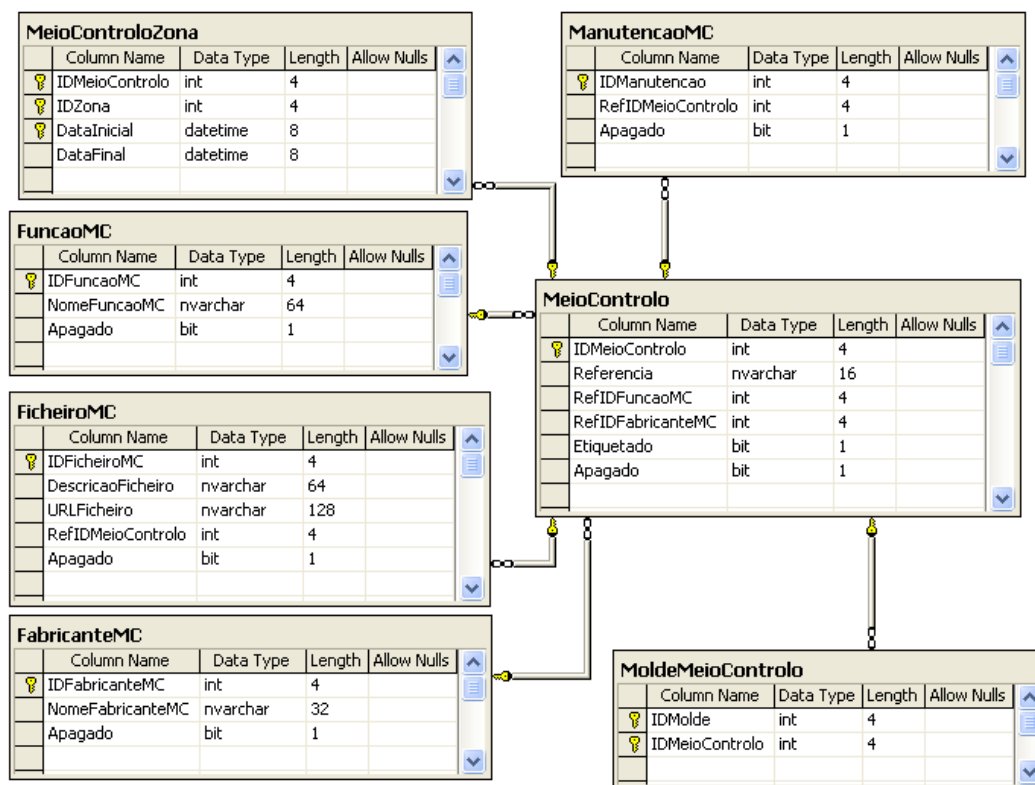


Figura 35 - Tabelas associadas à tabela Meio de Controlo

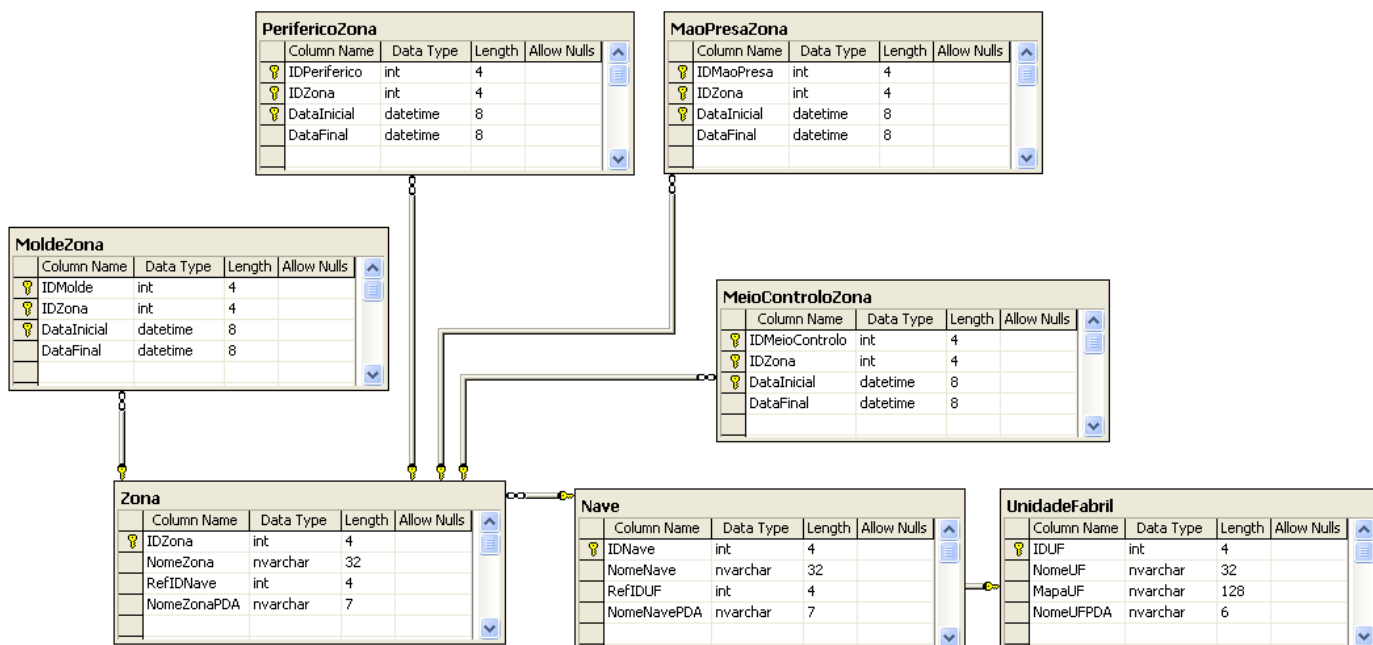


Figura 36 - Tabelas associadas à tabela Zona

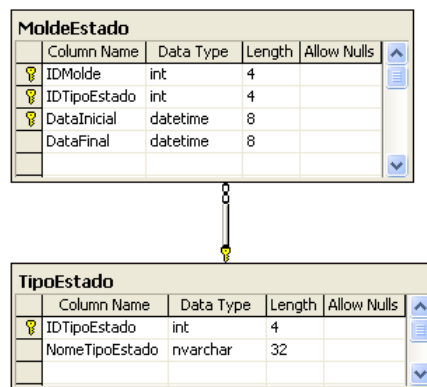


Figura 37 - Tabelas associadas à tabela TipoEstado

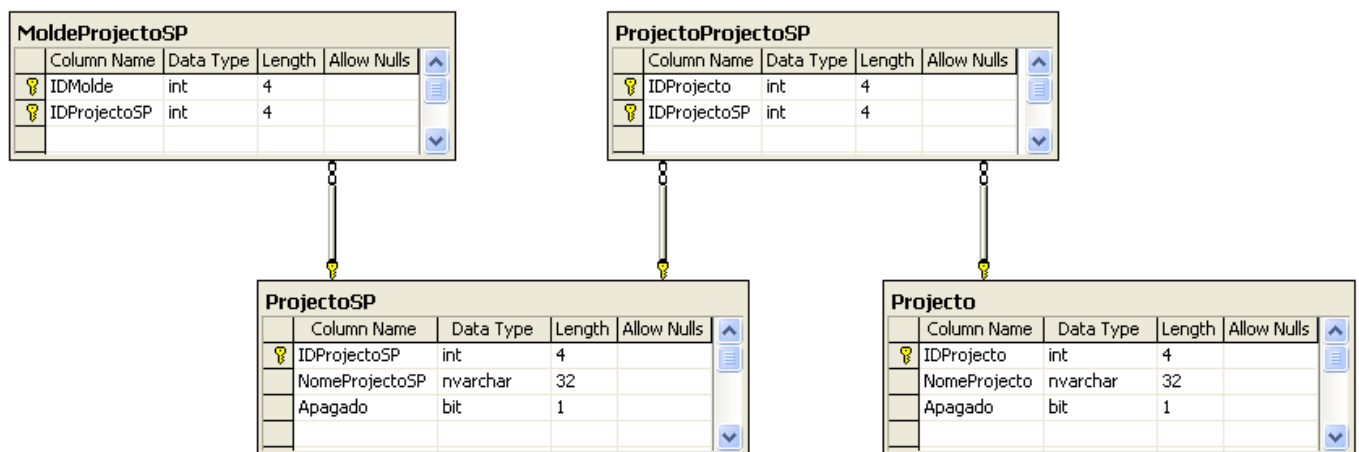


Figura 38 - Tabelas associadas à tabela ProjectoSP

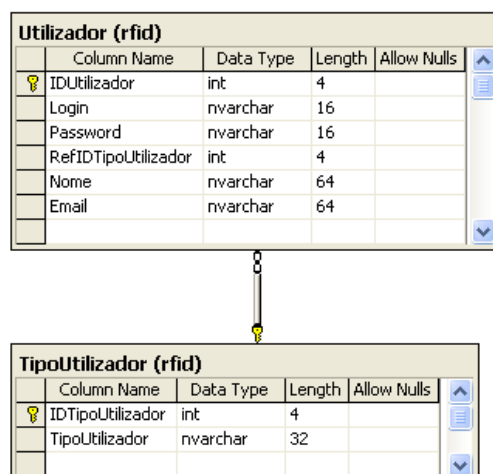


Figura 39 - Tabelas associadas à tabela Utilizador

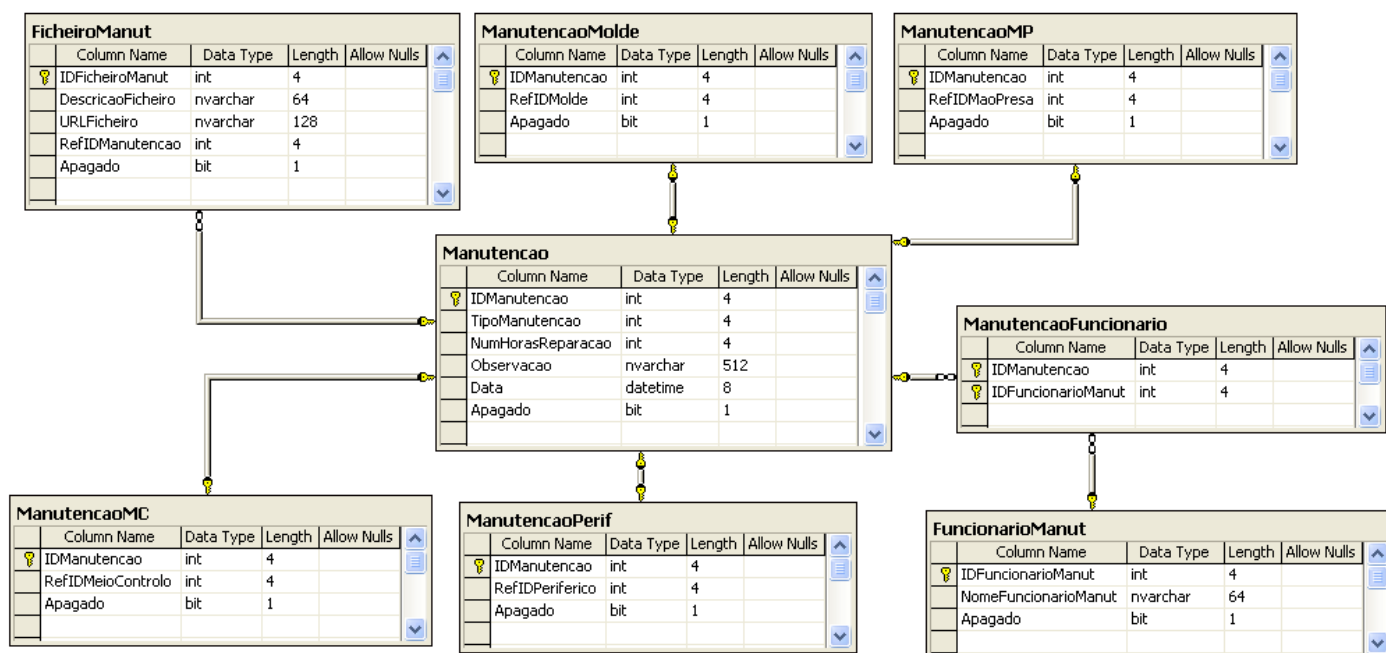


Figura 40 - Tabelas associadas à tabela Manutencao

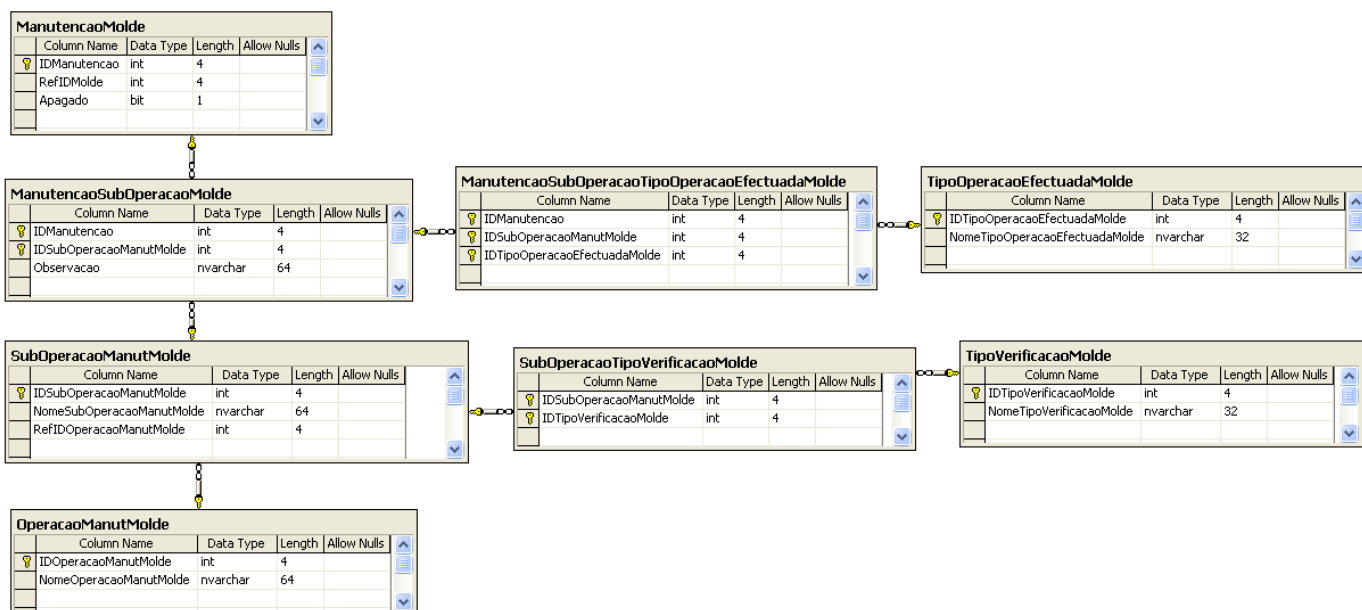


Figura 41 - Tabelas associadas à tabela ManutencaoMolde



Figura 42 - Tabelas associadas à tabela ManutencaoPerif (Manutenção do Periférico)

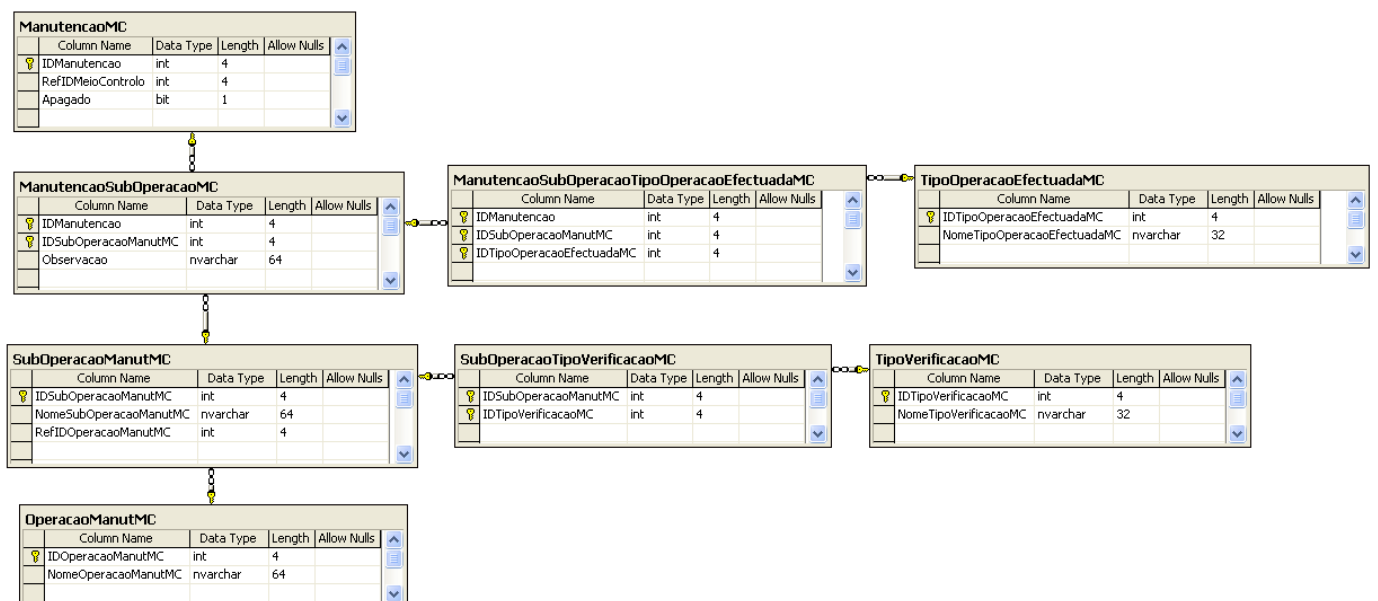


Figura 43 - Tabelas associadas à tabela ManutencaoMC (Manutenção de Meio de Controlo)

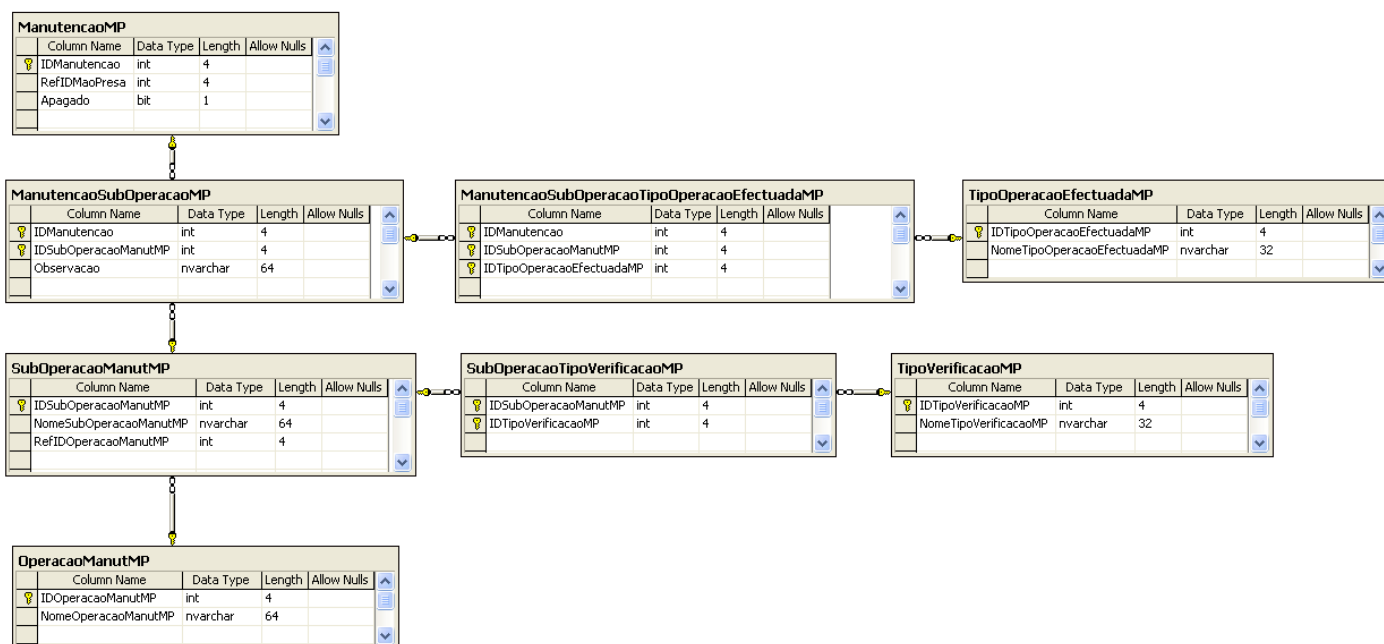


Figura 44 - Tabelas associadas à tabela ManutencaoMP (Manutenção de Mão Presa)

VII.4. Unidade Móvel de Leitura

Este é o componente mais operacional do sistema protótipo desenvolvido. Enquanto a aplicação *Web* serve para consultas e registos, a aplicação desenvolvida para a Unidade Móvel de Leitura (PDA) possui as funcionalidades essenciais para o sucesso desta solução.

As funcionalidades desenvolvidas foram:

- Localização de Meios de Produção;
- Actualização da localização de Meios de Produção;
- Visualização da informação referente a cada Meio de Produção;
- Registo de Novos Meios de Produção.

Seguem-se algumas imagens que mostram os interfaces e as funcionalidades desenvolvidas, assim como, tentam elucidar alguns dos procedimentos necessários para as funções principais:

Registo de Fluxos

Nº/Ref. Meio de Produção

Ver Características

Última Localização

U. Fabril Nave Zona

Nova Localização

U. Fabril Nave-Zona

Ler Actualizar Localização Novo Meio de Produção

Registo de Fluxos

Nº/Ref. Meio de Produção

6033 Ver Características

Última Localização

U. Fabril Nave Zona

SP 3 GAP2

Nova Localização

U. Fabril Nave-Zona

SP Nave5-GAP4

Ler Actualizar Localização Novo Meio de Produção

Molde 6033

Número: 6033 Cavidades: 1+1

Designação: Support Capteur Alarme

Cliente: PSA

Fabricante: IGM

Peso (Kg): 1000

Dimensões (mm):

Comp: 1200 Larg: 1300 Alt: 2000

Data Prov. Molde: 01-09-2006

Data Aprov. Peça: 04-09-2006

Sair

Accionando a funcionalidade "Ler" na Unidade de Leitura é possível identificar através da etiqueta RFID qual é o ID do Meio de Produção

A Unidade de Leitura lê a informação existente na etiqueta RFID acooplada no Meio de Produção

Accionando a funcionalidade "Ver características" é possível ter acesso a um conjunto de informação referente ao Meio de Produção

Figura 45 - Identificação de um Meio de Produção na Unidade Fabril

Registo de Fluxos

Nº/Ref. Meio de Produção

Ver Características

Última Localização

U. Fabril Nave Zona

Nova Localização

U. Fabril Nave-Zona

Ler Actualizar Localização Novo Meio de Produção

Registo de Fluxos

Nº/Ref. Meio de Produção

6033 Ver Características

Última Localização

U. Fabril Nave Zona

SP 3 GAP2

Nova Localização

U. Fabril Nave-Zona

SP Nave5-GAP4

Ler Actualizar Localização Novo Meio de Produção

Registo de Fluxos

Nº/Ref. Meio de Produção

6033 Ver Características

Última Localização

U. Fabril Nave Zona

SP 3 GAP2

Nova Localização

U. Fabril Nave-Zona

SP Nave2-GAP1

Ler Actualizar Localização Novo Meio de Produção

Accionando a funcionalidade "Ler" na Unidade de Leitura é possível identificar através da etiqueta RFID qual é o ID do Meio de Produção

A Unidade de Leitura lê a informação existente na etiqueta RFID acooplada no Meio de Produção

Após seleccionar a nova localização no menu "Nova Localização", essa informação fica automaticamente registada na Etiqueta do Meio de Produção e na Base de Dados do SGMP

Figura 46 - Registo de uma nova localização de um meio de produção



SGMP - SISTEMA DE GESTÃO DE MEIOS DE PRODUÇÃO

Moide Periféricos Mãos Presas Meios de Controlo Admin Nº Molde ok

Início » Criar Molde Antonio as Administrador Logout

criar molde PASSO 1 DE 2

Nº de Molde: 6033 Cavidades: 1+1

Designação: Support Capture Alarme

Cliente: PSA Fabricante: IGM

Peso(Kg): 1000 Dimensões CxLxA(mm): 1000 x 1000 x 1000

Data Aprovação Molde: 01-09-2006 Data Aprovação Peça: 05-09-2006

Projectos: A7

Projectos SP: Projectos SP Associados ao Molde

SP16/03
SP17/03

Novos Meios de Produção

Moldes 6033

Periféricos

Meios de Controlo

Mãos Presas

Designação: Support Capteur Alarme

Cavidades: 1+1

Data de Aprovação: 01-09-2006

Localização: UF: SP, Nave: 0, Zona: 0

Escrever na tag

Listar Meios Produção

Registo de um Novo Meio de Produção no Sistema SGMP

Através da Unidade de Leitura RFID é possível verificar quais são os Novos Meios de Produção. Após seleccionar o novo meio de produção, basta accionar a funcionalidade "Escrever na Tag" para que fique registado toda a informação na Etiqueta RFID acoitada no respectivo Meio de Produção

Figura 47 - Introdução de um novo meio de produção no sistema

Esta é a unidade responsável intermediária entre o equipamento RFID e o sistemas de informação, ou seja, esta é a unidade que interage com os meios de produção, lendo e escrevendo/actualizando a informação contida na *tag* RFID (por exemplo, registar a localização e o estado em que determinado meio de produção se encontra). Por outro lado, este é o componente que interage com a base de dados, enviando em tempo real a informação que está a actualizar em cada uma das *tags* com que interage, permitindo desta forma termos sempre a informação actualizada nos dois suportes de informação (*tag* e base de dados).

É de referir que, quando esta unidade não consegue obter conectividade via *wireless*, para interagir com a base de dados e actualizar a informação, estes dados são armazenados em ficheiros do PDA e enviados para a base de dados logo que haja conectividade.

A aplicação a ser executada sobre esta unidade, que irá estar na unidade fabril, permite aos colaboradores efectuar todas as operações de etiquetagem e de mudança de estado e/ou localização

de um determinado meio de produção (quer seja dentro de uma mesma unidade fabril ou entre unidades fabris).

Gostaria ainda acrescentar que o equipamento RFID utilizado é da *Omron*, mais especificamente *tags* passivas, à frequência de 125 kHz, e uma antena *Compact Flash* que é integrada em um qualquer PDA com o *slot* CF-II. O alcance de transmissão deste equipamento é de apenas alguns centímetros.

Tabela 6 - Características da etiqueta RFID utilizada – V700 D13P31

Frequência de operação	125 KHz
Tipo de memória	EEPROM
Capacidade de memória	112 bytes
Tempo de retenção de dados	10 anos
Número de ciclos de escrita	100 000 por endereço
Temperatura de funcionamento	-20 a 70°C
Material	Resina PPS
Peso	Aproximadamente 2 gramas

Tabela 7 - Características da antena RFID utilizada - V705-HMF01

Dimensões	59,4x52x12 mm
Tipo de montagem	Inserção numa slot CF (TYPE II)
Alimentação	3,3 VDC com consumo médio de 80 mA
Frequência de funcionamento	125 KHz
Alcance de comunicação	20 mm
Temperatura de funcionamento	0 a 50°C
Peso	Aproximadamente 25 gramas

VII.4.1. Comunicação Equipamentos RFID - PDA - Base de Dados

A comunicação entre o PDA e a unidade de leitura/escrita portátil com a antena é feita de acordo com o diagrama de blocos seguinte:

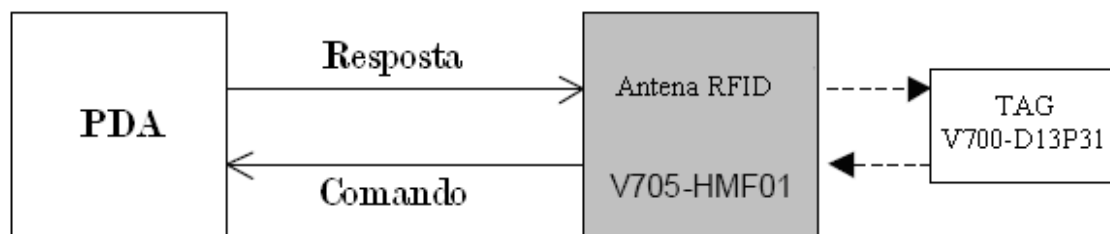


Figura 48 - Esquema ilustrativo da comunicação entre equipamentos RFID

A antena RFID usada funciona segundo um protocolo série assíncrono com os seguintes parâmetros:

- Baud rate: 9600 bps;
- Formato : 1 start bit, 8 bits de dados, 1 bit de paridade e 1 Stop bit;
- Detecção de erros: paridade;
- Sequência de transmissão de bits: bit menos significativo primeiro;
- Um comando termina sempre com o caracter <CR> (ENTER ou mudança de linha) .

Através deste protocolo são enviados comandos que permitem ler/escrever informação para a *tag*. Uma lista de alguns dos comandos suportados está presente na tabela abaixo (Tabela 8):

Tabela 8 - Comandos de comunicação entre tag e antena RFID

Comando	Número de comando	Descrição
Leitura	01	Efectua a leitura da <i>tag</i>
Escrita	02	Efectua a escrita na <i>tag</i>
Escrita de byte	04	Escreve um byte na <i>tag</i>
Protecção de escrita	08	Activa/desactiva a protecção de escrita na <i>tag</i>
Teste	10	Teste de comunicação
Leitura do nº série	20	Leitura do nº série da <i>tag</i>

Neste trabalho só foram usados os comandos de Escrita e Leitura, que correspondem respectivamente à leitura e escrita de informação na *tag*.

VII.4.1.1. Escrita de informação na etiqueta RFID

Para escrever informação na *tag*, é necessário mandar a seguinte sequência de bytes:

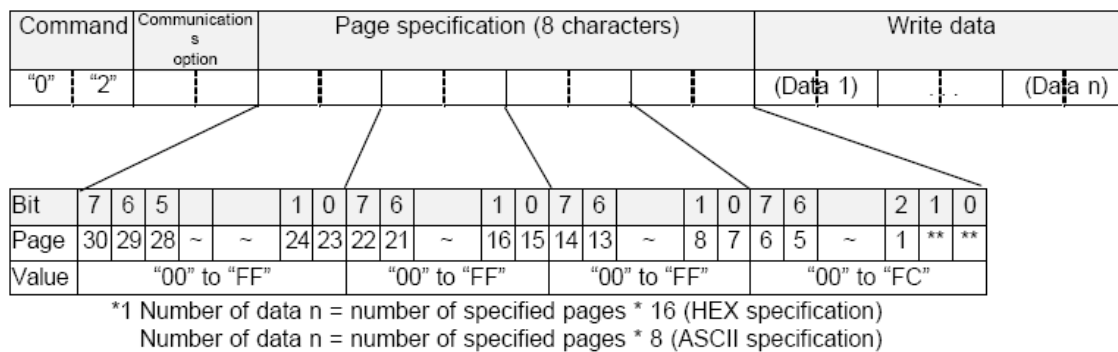


Figura 49 - Sequência de bytes para a escrita de informação na *tag*

Onde:

1. **Command** indica o tipo de comando a executar (neste caso "02" corresponde a uma escrita).
2. **Communications option** indica as opções de envio/recepção de informação. Neste projecto este campo mantêm-se sempre a "10", que corresponde ao uso do formato ASCII na troca de informação e na leitura de uma *tag* de cada vez.
3. **Page specification** indica as páginas onde se quer escrever a informação. Esta indicação é feita colocando o bit a '1' na página que se quer escrever. Com a *tag* usada, este campo varia entre 00000002 e 0000FFFC (1-14 páginas).
4. **Write data** é o campo que vai conter a informação a escrever. O número de bytes enviados **tem que ser igual** ao número de páginas especificadas multiplicado por 8.

Exemplos:

Escrita na 3ª página da *tag* com o texto "teste123": 021000000004testexxx <CR>

Escrita na 3ª, 4ª e 5ª páginas com o texto "teste1teste2teste3teste4":
 02100000001Cteste1teste2teste3teste4

Após efectuar um comando de escrita na *tag*, a antena envia um código que indica se a operação falhou ou foi bem sucedida. Se a operação for bem sucedida, o código “00<CR>” é enviado. Em caso de erro serão enviados diferentes códigos dependendo da origem do erro.

VII.4.1.2. Leitura de informação na etiqueta RFID

Para ler a informação na *tag*, o formato do comando a enviar deve obedecer à seguinte estrutura:

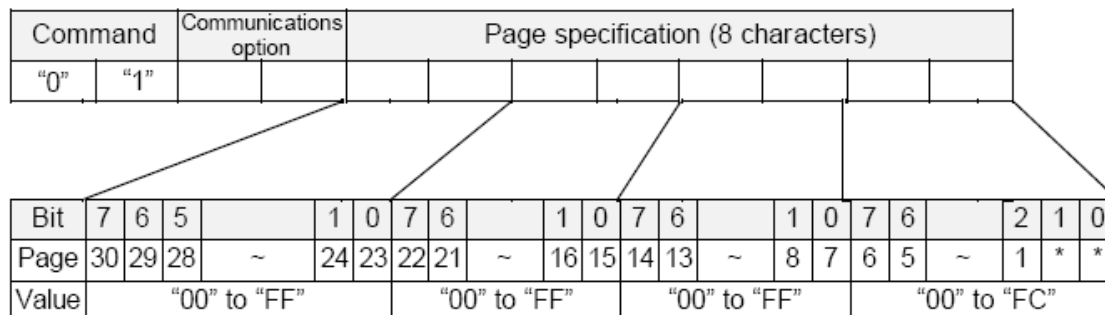


Figura 50 - Sequência de bytes para leitura de informação na *tag*

Onde:

1. **Command** indica o tipo de comando a executar (neste caso “01” corresponde a uma leitura).
2. **Communications option** indica as opções de envio/recepção de informação. Neste projecto este campo mantêm-se sempre a “10”, que corresponde ao uso do formato ASCII na troca de informação e na leitura de uma *tag* de cada vez.
3. **Page specification** indica as páginas de onde se quer ler a informação. Esta indicação é feita colocando o bit a ‘1’ na página que se quer ler. Com a *tag* usada, este campo varia entre 00000002 e 0000FFFC (1-14 páginas).

Exemplos:

Leitura da informação contida na 3ª página da *tag*: 011000000004<CR>

Leitura da informação contida na 3ª, 4ª e 5ª páginas: 01100000001C<CR>

Os resultados do pedido de leitura são devolvidos, caso a leitura tenha sido bem sucedida, com o seguinte formato: 00<CR>xxxxxxxxxxxxxxxx... , onde x são os caracteres lidos.

VII.4.1.3. Comunicação PDA - Base de Dados

Devido ao facto do sistema operativo do PDA ser o *Microsoft Windows Mobile 2003 Second Edition*, é possível usar o ambiente de programação C# do *Visual Studio .NET 2003* para desenvolver o *software* de comunicação com uma base de dados SQL através de uma rede *Wireless*. No entanto, dado que as bibliotecas com as funções de acesso à antena estavam desenvolvidas em *emBedded Visual Basic 3.0*, não foi possível usar exclusivamente um só método de programação. Assim, foi utilizado *Visual Basic* para desenvolver métodos que interagem com a antena RFID (leitura/escrita da *tag*) e C# para fazer a comunicação com a base de dados SQL.

As aplicações trocam de informação entre si com o auxílio de ficheiros, que são criados por uma aplicação e lidos por outra. O diagrama de blocos seguinte descreve a forma como isto é feito:



Figura 51 - Diagrama de blocos representativo da comunicação Base de Dados - Equipamentos RFID

VII.4.1.4. Disposição da informação na etiqueta RFID

No caso de a etiqueta estar associada a um molde a informação está disposta da seguinte forma:

Tabela 9 - Disposição da informação de um molde na etiqueta RFID

Informação	Número de bytes usado	Exemplo de informação a armazenar	Página usada na Tag
Tipo Meio de Produção	2	“Mo”	3 (2 bytes)
Número do molde	8	“1234”	3 (6 bytes), 4 (2 bytes)
Unidade Fabril	5	“SP ”	4 (5 bytes)
Nave	6	“2 ”	4 (1 byte), 5 (5 bytes)



Informação	Número de bytes usado	Exemplo de informação a armazenar	Página usada na Tag
Zona	6	“GAP 1 ”	5 (3 bytes) , 6 (3 bytes)
Data última leitura	8	“12-07-05”	6 (5 bytes), 7 (3 bytes)
Hora última leitura	8	“16:32:21”	7 (5 bytes), 8 (3 bytes)
Cliente	10	“Renault ”	8 (5 bytes), 9 (5 bytes)
Designação	10	“Tablier ”	9 (3 bytes), 10 (7 bytes)
Data de aprov. do molde	8	“23-02-04”	10 (1 byte), 11 (7 bytes)
Fabricante	10	“IMA ”	11 (1byte), 12 (8 bytes), 13 (1 bytes)
Referência	4	“4482”	13 (4 bytes)
Peso	5	“10000”	13 (3 bytes), 14 (2 bytes)
Dimensões	14	“2000x1302x2030”	14 (6 bytes), 15 (8 bytes)
Data de aprov. da peça	8	“30-03-04”	16 (8 bytes)

No caso de a etiqueta estar associada a um periférico, meio de controlo ou mão presa a informação está disposta da seguinte forma:

Tabela 10 - Disposição da informação de um molde na etiqueta RFID

Informação	Número de bytes usado	Exemplo de informação a armazenar	Página usada na Tag
Tipo Meio de Produção	2	“Pe” ou “MC” ou “MP”	3 (2 bytes)
Referência	8	“1234”	3 (6 bytes), 4 (2 bytes)
Unidade Fabril	5	“SP ”	4 (5 bytes)
Nave	6	“2 ”	4 (1 byte), 5 (5 bytes)
Zona	6	“GAP 1 ”	5 (3 bytes) , 6 (3 bytes)
Data última leitura	8	“12-07-05”	6 (5 bytes), 7 (3 bytes)

Informação	Número de bytes usado	Exemplo de informação a armazenar	Página usada na Tag
Hora última leitura	8	“16:32:21”	7 (5 bytes), 8 (3 bytes)
Função	16	“Soldadura” ”	8 (5 bytes), 9 (8 bytes), 10 (3 bytes)
Fabricante	16	“Fabricante”	10 (5 bytes), 11 (8 bytes), 12 (3 bytes)
Bytes Livres	37		12 (5 bytes), 13, 14, 15, 16

No anexo X.2 é possível consultar mais detalhes acerca das características técnicas do equipamento RFID utilizado, bem como a forma como a comunicação é realizada. Para além disso, este anexo, serve de manual técnico da aplicação desta unidade, uma vez que explana a forma como foi construído e como é utilizado.

Em http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_PDA.pdf é possível visualizar com maior detalhe toda a informação acerca da aplicação desenvolvida para o terminal móvel.

VII.5. Plataformas de desenvolvimento

O sistema SGMP – Sistemas de Gestão de Meios de Produção foi desenvolvido sobre a plataforma comercial *Microsoft Visual Studio .NET 2003*, por ter sido um dos requisitos identificados nas reuniões com a Simoldes. Deste modo, o SGMP foi implementado em ASP.NET. O *Microsoft Visual Studio* é uma poderosa ferramenta de programação que permite a programação de aplicações para dispositivos diversos (como uma página HTML, uma aplicação executável ou Web ou um programa que opere num telemóvel/PDA) sem que o programador tenha que conhecer pormenorizadamente a arquitectura de cada um deles. Assim é possível obter uma abstracção ao nível do hardware e usar comandos e objectos que são possíveis de usar em qualquer suporte mediante alterações mínimas da programação realizada. A linguagem usada foi o C#, pois junta as funcionalidades da programação orientada por objectos com classes às facilidades gráficas na criação da interface para o utilizador.

O Sistema de Gestão de Base de Dados de suporte para o armazenamento de informação utilizado foi o *Microsoft SQL Server 2000*.

Para o terminal móvel foi utilizado o software *Microsoft eMbedded Visual Tools 3.0 2002 Edition* porque oferece ferramentas e um ambiente de desenvolvimento completo para a criação de forma rápida e intuitiva de aplicações e componentes de sistemas para *Windows*, mais especificamente para programação de dispositivos *Pocket PC* and *Smartphone*. A escolha desta ferramenta, nomeadamente da linguagem de programação *Visual Basic*, para o desenvolvimento desta aplicação deve-se ao facto das bibliotecas que contêm as funções de acesso à antena RFID estarem desenvolvidas nesta linguagem. As funcionalidades que possuem interação directa com a base de dados foram desenvolvidas com a linguagem C# do Microsoft Visual Studio .NET.

VII.6. Modelo de Instalação

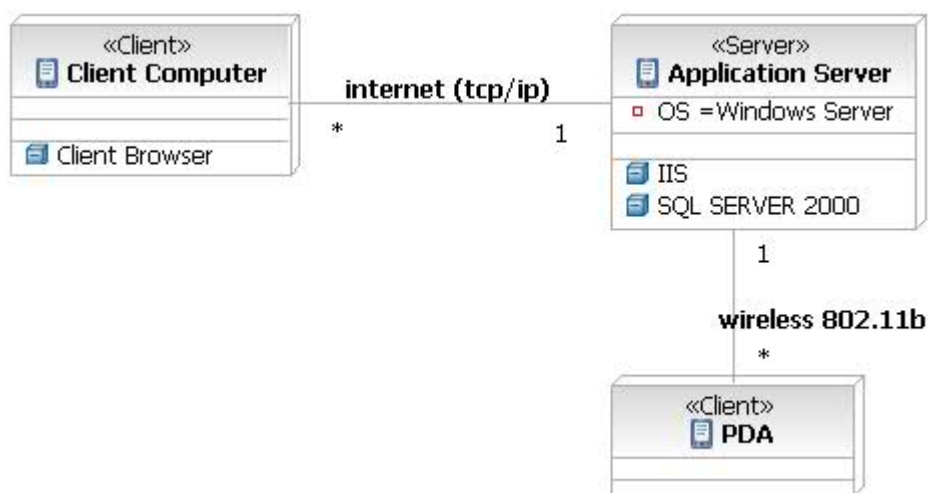


Figura 52 - Modelo de instalação

VII.7.Resultados

Foi disponibilizada à Simoldes Plásticos uma versão do SGMP – Sistema de Gestão de Meios de Produção para que os colaboradores pudessem familiarizar com o mesmo e fornecer um feedback adequado.

De referir que o sistema de informação *web-based* desenvolvido teve em conta a adaptação da usabilidade à cultura da Simoldes Plásticos, tratando-se, assim, de um sistema moldado e orientado para os utilizadores e não o contrário. É ainda fornecido um *feedback* visual adequado para todas as operações do sistema, para que o utilizador não se sinta perdido e confuso orientando-o na operação que está a efectuar.

A aplicação desenvolvida para o terminal móvel está, igualmente, bastante usável e muito intuitiva tornando fácil a sua utilização.

O sistema é acedido por utilizadores autorizados e possuidores de *login* e *password*. Cada utilizador tem um determinado perfil (Utilizador, Manutenção e Administrador) que lhe dá acesso a diferentes vistas e funcionalidades.

Foi ainda desenvolvido um *back-office insite*, permitindo que todas as operações sejam intuitivas e estejam à menor distância possível para o utilizador, isto é, o administrador do sistema não necessita de abrir uma outra página *web* ou uma outra aplicação para efectuar qualquer operação no sistema. Por exemplo, quando estamos a criar um novo molde e estamos a associar-lhe um periférico ainda inexistente na base de dados, não é necessário cancelar a criação do molde para criar o periférico. A forma como a aplicação foi desenvolvida permite que este novo periférico seja criado durante a criação do molde, sem haver a necessidade de recuos

Relativamente à tecnologia RFID conseguimos obter resultados satisfatórios face às exigências e requisitos da Simoldes, mesmo tendo as *tags* acopladas no metal (utilizando um pequeno calço de aproximadamente 1cm entre a *tag* e o meio de produção) e o ambiente industrial envolvente seja maioritariamente metálico, elemento reflector de ondas de rádio-frequência.



Estão disponíveis na *Web* documentos que dão suporte ao desenvolvimento do SGMP – Sistema de Gestão de Meios de Produção, que já foram referidos neste capítulo e que podem ser consultados como complemento à leitura desta dissertação:

- http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_utilizador.pdf;
- http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_PDA.pdf;
- http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_InteracçãoBD.pdf;
- http://gsbl.det.ua.pt/sgmp/documentos/m_Programador.pdf.

VII.8. Conclusões

Após alguns meses de trabalho conseguiu-se obter um sistema de identificação, gestão da utilização e controlo do fluxo das ferramentas e equipamentos utilizadas no processo produtivo, que contribui para o melhoramento e optimização da rastreabilidade, da gestão da utilização e do controlo do fluxo dos meios de produção, ferramentas e equipamentos. Para o efeito foram desenvolvidas as seguintes funcionalidades que estão disponíveis num sistema de informação (aplicação WEB) e num terminal móvel (leitor RFID):

- Pesquisa/localização ferramentas e equipamentos;
- Visualização de Informação (características) sobre as ferramentas e equipamentos;
- Manutenção das ferramentas e equipamentos;
- Administração do Sistema.

O grande desafio deste sistema protótipo foi ao nível da tecnologia a utilizar, devido às especificidades pretendidas, porque pretendia-se uma tecnologia de identificação com alguma resistência mecânica, nomeadamente a temperaturas elevadas (60-80°C), humidade, choques mecânicos e sujidades (poeiras, óleo, etc).

De várias tecnologias de identificação existentes, a tecnologia RFID foi a que mostrou ser mais indicada para esta solução, uma vez que, para além de satisfazer as especificidades anteriormente citadas, possui outras características que a diferenciam, por exemplo do código de barras, e a tornam mais favorável:

- É uma tecnologia cujas *tags* podem possuir alguma capacidade de memória para armazenamento de informação;
- Não é necessário contacto físico e linha de vista entre a *tag* e o leitor para existir comunicação;
- Tem carácter dinâmico, ou seja, a informação contida nas *tags* pode ser modificada/actualizada;
- Permite leitura simultânea: anti-colisão;
- Baixa latência, permitindo comunicação em movimento;
- As *tags* podem ser reutilizáveis;
- Maior dificuldade em fraude, falsificação e deterioração.

Outras tecnologias de identificação foram identificadas como por exemplo GPS (*Global Positioning System*), *RFSAW* (*Radio Frequency Surface Acoustic Wave*) ou sistemas de localização em tempo real (RTLS – *Real Time Location System*) que utilizam etiquetas *Wi-Fi*. A primeira foi de imediato abandonada uma vez que a utilização de GPS *indoor* é inviável. *RFSAW* apresenta o inconveniente de não ter memória para armazenar informação, uma vez que esta tecnologia utiliza ondas electromagnéticas e de som para transmitir o identificador da *tag* sempre que esta é interrogada. A última opção mostrou-se com poucas ofertas no mercado ao contrário da tecnologia RFID que começava a dar os seus primeiros passos e começava, no início deste trabalho, a estar em voga e a destacar-se cada vez mais.

Com isto, a tecnologia RFID tornou-se o alvo das atenções neste trabalho, mas há que saber que esta também apresentava problemas e desvantagens que foram tidas em conta, nomeadamente:

- Custos elevados;
- Distância e orientação da *tag*;
- Distorção do sinal em ambientes metálicos;
- Interferência electromagnética.

Será necessário estar atento aos avanços tecnológicos do RFID para que novos equipamentos sejam testados e possamos verificar e analisar as suas novas características e *performances*. Desta forma tentar-se-á que o mecanismo de identificação deste projecto não seja um elemento limitativo mas de inovação.

Mas este sistema protótipo veio mostrar e permitir concluir que a tecnologia RFID é aplicável e viável em ambientes industriais e permite o melhoramento da rastreabilidade e monitorização de fluxos.

VIII. Conclusões (e sugestões para trabalho futuro)

Actualmente vivemos num ambiente de grande competitividade, fazendo como que as organizações procurem, cada vez mais, novas formas de gestão no ciclo de fabricação dos seus produtos e de ferramentas que as apoiem nessa gestão mais eficiente.

É esta necessidade que tem aproximado, cada vez mais, o mundo empresarial com o mundo académico. E numa destas iniciativas de aproximação surgiu a oportunidade do Grupo de Sistemas de Banda Larga do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática, no qual eu fui integrado, identificar uma solução capaz de colmatar alguns dos problemas residentes numa indústria de injeção de plástico para componentes do ramo automóvel e consequentemente tornar mais rápido e eficiente o seu processo produtivo.

Numa fase inicial deste desafio houve o cuidado de compreender o papel das ferramentas de apoio no ciclo de fabricação de produtos quando combinadas com novas tecnologias e adopção de novas técnicas e procedimentos.

Mas, o objectivo concreto deste desafio consistiu no desenvolvimento de uma solução que fosse capaz de apoiar a gestão do ciclo de fabrico dos produtos deste grupo empresarial, mais especificamente na optimização da rastreabilidade, na gestão da utilização e no controlo dos fluxos dos diversos meios de produção existentes no universo industrial do Grupo Simoldes.

E foi neste contexto que surgiu o *SGMP – Sistema de Gestão de Meios de produção*, caso de estudo desenvolvido nesta dissertação.

Pela arquitectura funcional apresentada para esta solução, facilmente se verifica que algumas tecnologias emergentes tiveram que ser estudadas, nomeadamente a tecnologia RFID e aplicações dinâmicas para plataformas WEB.

Este estudo obrigou a uma alargada percepção do funcionamento da tecnologia RFID, mais especificamente dos componentes constituintes de uma solução de identificação, as suas características, funcionalidades, funcionamento e utilização. Foram ainda identificados diversos tipos de equipamento, analisadas as suas vantagens, desvantagens e em que situações pode a sua utilização ser favorável pelas suas características e *performances*. Houve ainda a necessidade de

identificar algumas soluções já implementadas no mercado, para uma melhor compreensão das vantagens e dos problemas ainda inerentes das soluções que já recorrem a esta tecnologia.

Neste momento, o sistema encontra-se numa fase de adaptação. Estas adaptações devem-se aos seguintes motivos:

- A tecnologia RFID evoluiu bastante desde então e, equipamentos diferentes daquele que é apresentado nesta dissertação apresentam melhores características e melhores performances;
- Mudanças organizacionais ao nível dos processos e dos fluxos dos meios de produção alteram alguns dos pré-requisitos inicialmente propostos.

Relativamente ao primeiro ponto é de referir que o equipamento RFID a utilizar no mesmo ambiente industrial sofreu tamanha evolução que, actualmente, consegue-se um alcance de transmissão cerca de cem a duzentas vezes maior. Pondera-se a utilização de etiquetas RFID passivas *Gen2* da *Intermec* ou *Omnia* com reader e antena da *Motorola Symbol*. Entre todos os pesquisados, estes equipamentos demonstram ser os mais adequados para a especificidade da solução e com os melhores resultados. Neste sentido, julgo ser necessário, haver sempre uma preocupação em acompanhar a evolução desta tecnologia com vista a ser possível acrescentar valor à solução apresentada nesta dissertação, nomeadamente na performance do sistema e na integração de novas funcionalidades.

Surge, entretanto, a possibilidade de alargar esta solução num futuro próximo, ou seja, pensa-se utilizar para além de leitores RFID móveis, leitores fixos nos pórticos de entrada/saída das unidades fabris e naves produtivas com o objectivo de tornar o método de rastreio redundante e reduzir os problemas associados à falha humana na utilização do sistema, uma vez que o sucesso da solução inicial deve-se a eficiente utilização da mesma.

O trabalho de estudo desta dissertação obrigou ainda à utilização de ferramentas de desenvolvimento de aplicações *web* e base de dados relacionais. Essas ferramentas foram, respectivamente, o *Microsoft Visual Studio 2003* e o *Microsoft SQL Server 2000*. Obviamente que, se o início do projecto fosse hoje, não se optaria por estas ferramentas mas sim pelo *Microsoft Visual Studio 2005* ou eventualmente o *Microsoft Visual Studio 2008* para o desenvolvimento de aplicações *web* e o *Microsoft SQL Server 2005* para a construção da base de dados, pelas visíveis vantagens que as novas versões destes softwares apresentam. Para além destas ferramentas, foi ainda necessário estudar softwares que permitissem o desenvolvimento de aplicações para PDA.

Como complemento desta dissertação foi ainda efectuado um levantamento de algumas ferramentas/softwarets utilizados no mundo industrial no contexto do ciclo de desenvolvimento e fabrico de produtos. Este capítulo teve elevada importância, uma vez que permitiu obter uma alargada visão da diversidade de ferramentas que são utilizadas neste contexto e a variadíssimas áreas em que actuam.

Esta dissertação permitiu, essencialmente, a compreensão da importância da eficiente utilização de ferramentas que permitam a construção e gestão do conhecimento dentro de uma empresa. Apenas com a sua utilização as empresas poderão vir a obter o máximo de recursos da organização, potenciando a competitividade.

São muitas as vantagens de uma eficiente utilização destas ferramentas:

- Posicionamento na luta pela inovação;
- Adaptação à mudança;
- Transferência de conhecimento e *know-how* na própria estrutura da organização;
- Aproveitamento e integração dos valores não explícitos do conhecimento da organização no desenvolvimento de novos produtos;
- Possibilidade de aprender com falhas e sucessos do passado, na tomada de decisões estratégicas.
- Prevenção de repetição de erros;
- Capacidade de acrescentar valor à organização através do conhecimento embebido nos seus produtos ou nos seus colaboradores;
- Melhor compreensão das mudanças organizacionais e das suas implicações em actividades futuras;
- Imagens de realizações futuras e invenção de meios para atingi-los;
- Agilização dos processos.

As empresas que adoptam abordagens bem sucedidas à gestão do conhecimento identificam processos de alto retorno para os quais uma melhor gestão do conhecimento é capaz de produzir resultados empresariais significativos (por exemplo, no processo de desenvolvimento do produto, na rastreabilidade de bens e produtos e na monitorização de fluxos).

Este trabalho permitiu ao Grupo Simoldes aperceber-se que o SGMP, desenvolvido ao longo deste Mestrado, solucionará muitos dos seus problemas ao nível da logística, rastreabilidade e engenharia de processos.

Para além disto, este trabalho permitiu obter uma visão alargada das diversas ferramentas de apoio ao ciclo de fabricação de produtos e do seu papel na conquista de competitividade empresarial.



IX. Bibliografia

ABRAMOVICI, M., GERHARD, D., LANGERBERG, L., *Application of PDM technology for Product Life Cycle Management*, 4th International Seminar on Life Cycle Networks, Berlim, Junho 1997

ADAMS. ADAMS Products <http://www.mscsoftware.com/products>, 2007

AMR, SAP gets a life – Product Lifecycle that is – With a new MySAP.com Wrapper, <http://www.amrresearch.com/preview/000224sapstory1.asp> (visitado em Maio de 2007)

ANSYS, ANSYS Simulation Suite – ANSYS Multiphysics. <http://www.ansys.com/ansys/multiphysics.htm>, 2007

BAXTER, M. *Projecto de Produto- Guia prático para o design de novos produtos*, Edgar Blucher Ltda, 2001

BIELAWSKI, L. ; BOYLE, J. *Electronic Document Management Systems* Upper Saddle River, , Prentice Hall, 1997

BORDOGNA, J. The 21st Century Engineer. <http://www.ieee-usa.org/carreers>, 2007

CAMEIRA, R. F., *Arquitetura Integrada de Sistemas: Modelo de referência em um contexto de (hiper)integração de processos e sistemas nas organizações*, Departamento de Engenharia Industrial/ DEI e Poli/ UFRJ, 2004

CARDOSO, V.; PROENÇA, A.; CAMEIRA, R., *Inteligência competitiva e a gestão do Conhecimento*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, 2001

CASTELLS, M., 1999, *A sociedade em rede - A era da informação: economia, sociedade e cultura*. v.1. São Paulo: Paz e Terra, 618 p.

CLARCK, K. B. e FUJIMOTO, T., *Product Development Performance: strategy, organization and management in the world auto industry*, Boston-Mass: Harvard Business School Press, 1991

CLARK, K. B., WHEELWRIGHT, S. C. *The product development challenge: competing through speed, quality and creativity*. Cambridge, MA: HBS Press, 1995

DAVENPORT, T. H. *Sucessful Knowledge Management Review*, p.43-57. Winter, 1998.

DAVENPORT, T e PRUSAK, L. *Working Knowledge: how organizations manage what they know*. Boston: Harvard Bussiness School Press, 1998

DUARTE, A. M. Oliveira, *Notas Breves sobre Geração e Gestão do Conhecimento: O caso das Indústrias transformadoras da Região do Entre Douro e Vouga*, Nota Interna, Universidade de Aveiro, 2006

EVERSHEIM, W.; KLOCKE, F.; PFEIFER, T.; WECK, M. *Manufacturing excellence in global markets*. London, Chapman & Hall, 1997

GRIFFIN, A., *PDMA research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices*, Journal of Product Innovation Management, V14, p429-458, 1997

GURGEL, F. A. *Desenvolvimento do Produto* em: CONTADOR J. C. (ed.) *Gestão de Operações*, São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1998

HEITOR, M., *Será que precisamos de um centro de engenharia para o sector automóvel?*, Centro de Estudos em Inovação, Tecnologia e Políticas de Desenvolvimento, IN+ Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2004

HUGHES, G. D. e CHAFIN, D. C., *Turning new product development into a continuous learning process*. *Journal of Product Innovation Management*, vol.13, n.2, p.89-104, 1996

JUNIOR, C. S., *O uso da dinâmica de sistemas na simulação da estrutura do processo do processo de desenvolvimento de produtos*, Dissertação de Mestrado, Centro de Ciência Exactas e de tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003

KOENIG, Shai, *Integrated Process and Knowledge Management for Product Definition, Development and Delivery*, Comverse and The Open University of Israel, Israel, ????

KSR. *APQP – Advanced Product and Quality Planning*, 2000

KSR. *K-FMEA – Failure Mode and Effect Analysis*, 1999

KSR. *Sistema CAPPe – Manual do Utilizador – Módulo Avançado*, 1998b

KSR. *Sistema CAPPe – Manual do Utilizador – Módulo Básico*, 1998

LAITNER, D. *Product Development in the New Millenium* Visions Magazine, Product Development & Management Association, January, 2000

LIU, T., Xu, X. W., *A review of web-based product data management systems*, Department of Mechanical Engineering, School of Engineering, University of Auckland, Auckland, New Zealand, 2001

MCGRATH, M. E. *Setting the pace in product development: guide to product and cycle-time excellence* Butterworth-Heinemann, 1996

MICROSOFT, *User's guide for Microsoft Project 98: Complete Project Communication and Control*, 1997

Mizuno, S. & Akao, Y., *QFD: the Customer-driven Approach to Quality Planning and Deployment*. Asian Productivity Association. Tokyo. 1994. 365 p.

Oliveira, R. C., *O Modelo Dell e a Indústria Automobilística: Um Novo Paradigma*, Dissertação de Mestrado em Gestão da Ciência, Tecnologia e Inovação, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, 2003

OMOKAWA, R. *Utilização de Sistemas PDM em ambientes de engenharia simultânea: o caso de uma implantação em uma montadora de veículos pesados*, São Carlos, 154p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 1999



PESTANA, M. C., PIRES, P. M, FUNARO V., UTUYAMA A., PACHECO F., GUIMARÃES T., *Desafios da sociedade do conhecimento e gestão de pessoas em sistemas de informação*, Ci. Inf. v.32 n.2, Brasília, 2003

PINHO, Maria Isabel Gomes de , *Gestão do Conhecimento*, Dissertação de mestrado em Gestão Pública, Secção Autónoma das Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas, Universidade de Aveiro, 2006

PORTER, M. E., *Strategy and Internet*, Harvard Bussiness Review, Boston, p. 63-78, 2001

PRIMAVERA, Products & Solutions, <http://primavera.com/products/concentric0.html>, 2007

PROBST, G, et al, *Gestão do conhecimento: os elementos construtivos do sucesso*, Porto alegre, Bookman, 2002

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; FOUENTE, D de L., *A decision support system for applying failure mode and effects analysis*, International Journal of Quality & Reliability Management, Bradford, v. 19, n. 2, p. 137-151, 2002.

QUALISOFT, *Manual do Software QFD Designer*, 1991

RIBEIRO, J.L.D.; ECHEVESTE, M.; DANILEVICZ, A.M.F.; *A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços*. Série Monográfica Qualidade. FEENGE/UFRGS/EE/PPGEP, POA-RS, 2001.

ROSENAU, JR. M. D., *Successful product development: speeding from concept to profit*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 121pp, 1999

ROZENFELD, H. e SILVA, S. L., *Uma proposta de gestão do conhecimento no desenvolvimento de novos produtos*, Universidade de São Paulo – Núcleo de manufatura avançada, São Paulo, 1998

RUH, W.; MAGINNIS, F.; BROWN, W., 2001, *Enterprise application integration*. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.

RYAN, R. R., *Functional Virtual Prototyping. Realization of "The Digital Car"*. Ann Arbor, Mechanical Dynamics Inc., 2001

SAP, Product Lifecycle Management with mySAP.com, http://www.sap.com/solutions/plm/plm_over.htm (visistado em Maio de 2007)

SCHUTZER, K; SOUSA, N. L. *A utilização de sistemas CAD/CAM pelos fornecedores do sector automóvel*. In: Seminário Internacional de Tecnologia- Desenvolvimento distribuído de produtos, 3., Piracicaba, 19998. Anais. Piracicaba, UNIMEP, 1998

SELADA, C. e FELIZARDO, J. R, *Momentos de Inovação e Engenharia em Portugal no Século XX – Da Produção à Concepção: Meio Século de História Automóvel em Portugal*, INTELI, Fevereiro de 2003

SERRANO, António F.; RODRIGUES, Maria de Fátima; *Da informação à gestão do conhecimento*, Revista de Contabilidade e Comércio, Vol. 56, nº 223, pag. 557-573, Novembro 1999

SHINYASHIKI, G. T., TREVIZAN, M. A., MENDES I. A. C, *Sobre a criação e a gestão do conhecimento organizacional*, Rev. Latino-Am. Enfermagem v.11 n.4 Ribeirão Preto, 2003

SHOAF, S., *Inovation that moves markets*, Paris, IBM PLM, 2000

SILVA, M. M., *Aprendizagem organizacional no processo de desenvolvimento de produtos: Investigação do conhecimento declarativo no contexto da sistemática stage-gates*, Dissertação de Mestrado, Centro de Ciência Exactas e de tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003

SILVA, S. L., *Estratégia e Desempenho no Desenvolvimento de Produtos na Indústria Automobilística Brasileira*, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995

SILVA, S. L., *Informação e competitividade: a contextualização da gestão do conhecimento nos processos organizacionais*, Ci. Inf. v.31 n.2 Brasília, 2002

SLACK, N., CHAMERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R., *Administração da Produção*, São Paulo, Atlas, 1997

STAMATIS, D. H. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to execution*. 2. ed. ASQC, Milwaukee: Quality Press, 2003. 494 p.

STTODER, D., *CRM : aka, the Intelligent Enterprise, Intelligent Enterprise*, pag.4-5, Novembro 1999

SWANTON, B. *Are PDM/EDM Systems really controlling product data? The Report of Manufacturing*, AMR, May, p.3-17, 1997

SYBASE PORTUGAL– RSC, *Estado da Arte em RFID*, Portugal, versão 1.0; 6 de Outubro de 2006

TERRA, J. C. C, *Gestão do Conhecimento: o grande desafio empresarial*, TerraForum Consultores, 2000

TERRA, J.; GORDON, C., 2002, *Portais corporativos: a revolução na gestão do conhecimento*. São Paulo: Negócio Editora.

T-SYSTEMS. CAPPe System. <http://www.e-cappe.com>, 2007

VALERI, S. G., *Estudo do método de aprovação de fases no processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria automobilística*, Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2001

VELOSO, F. et al, *Global Strategies for the Development of the Automotive Industry*, IAPMEI, Lisboa, 2000

WESSNER, M. *PDM mit R/3Industrielle Information-tecknic*, nº4, pag.20-23, Junho 1999

WHEELWRIGHT, S. C. e CLARCK, K. B., *Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency and quality*, New York: The Free Press, 1992

ZANCUL, E., *Análise da aplicabilidade de um sistema ERP no processo de desenvolvimento de produtos*, Dissertação de Mestrado, Centro de Ciência Exactas e de tecnologia. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000